

Aus der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie,  
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar

**Gegenüberstellung der klinischen und strukturellen  
Ergebnisse nach arthroskopischer Kalkdepotentfernung bei  
Tendinosis calcarea. Welchen Einfluss hat die additive  
Rotatorenmanschettennaht im Vergleich zum  
reinen Débridement?**

*Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin*  
**der Medizinischen Fakultät**  
**der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES**

2019

vorgelegt von: Catharina Johanna Maria Berger

geboren am: 30.10.1991 in Homburg



*Meiner Familie*



# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>XII</b>
<b>Abkürzungen</b>	<b>XIII</b>
<b>1 Zusammenfassung</b>	<b>1</b>
1.1 Deutsche Zusammenfassung	1
1.2 Englische Kurzzusammenfassung – Abstract	2
<b>2 Einleitung – Tendinosis calcarea</b>	<b>3</b>
2.1 Anatomische Grundlagen	3
2.2 Definition Tendinosis calcarea	6
2.3 Epidemiologie	6
2.4 Ätiologie	6
2.5 Klinik	9
2.6 Bildgebende Verfahren	10
2.6.1 Röntgen	10
2.6.2 Sonographie	12
2.6.3 MRT und CT	13
2.7 Therapie	14
2.8 Fragestellung	16
<b>3 Material und Methode</b>	<b>20</b>
3.1 Patientengut	20
3.1.1 Präoperativer Patientenstatus	22
3.1.2 Operative Behandlung	23
3.1.3 Nachbehandlung	27
3.2 Studienablauf	28

<b>3.3</b>	<b>Datenerhebung</b>	<b>28</b>
3.3.1	Visuelle Analogskala	28
3.3.2	Simple Shoulder Test	29
3.3.3	ASES Score	30
3.3.4	Constant Murley Score	31
<b>3.4</b>	<b>Klinische Untersuchung</b>	<b>32</b>
3.4.1	Inspektion	32
3.4.2	Palpation	33
3.4.3	Beweglichkeitsprüfung	33
3.4.4	Funktionelle Tests der Rotatorenmanschette	33
3.4.5	Funktionelle Tests der Bizepssehne	35
3.4.6	Impingement – Tests	37
<b>3.5</b>	<b>Bildgebende Diagnostik</b>	<b>38</b>
3.5.1	Röntgen	38
3.5.2	MRT	39
<b>3.6</b>	<b>Statistische Auswertung</b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Epidemiologische Daten und Patientengut</b>	<b>42</b>
4.1.1	Geschlechtsverteilung	42
4.1.2	Alter	43
4.1.3	Dominanz	43
4.1.4	Follow-up	44
4.1.5	Vergleichbarkeit beider Gruppen	45
<b>4.2</b>	<b>Präoperative Daten – Konservative Therapie</b>	<b>46</b>
<b>4.3</b>	<b>Operation</b>	<b>46</b>
4.3.1	Intraoperativ erhobene Befunde	47
4.3.2	Arthroskopische Therapien	49
<b>4.4</b>	<b>Daten der Nachuntersuchung</b>	<b>50</b>
4.4.1	Visuelle Analogskala	50
4.4.1.1.	Präoperativer Vergleich	50
4.4.1.2.	Postoperative Entwicklung innerhalb einer Gruppe	50
4.4.1.3.	Postoperative Ergebnisse im Vergleich	51
4.4.2	Simple Shoulder Test	53
4.4.3	ASES Score	55
4.4.4	Constant Murley Score	55
4.4.5	Klinische Untersuchung	57

<b>4.5</b>	<b>Bildgebende Diagnostik</b>	<b>59</b>
4.5.1	Röntgen	59
4.5.2	MRT	60
4.5.3	Auswirkungen von ASAD auf das Outcome	61
4.5.4	Auswirkungen der Kalkdepotgröße auf das Outcome	61
4.5.5	Auswirkungen der Röntgenmorphologie nach Gärtner auf das Outcome	62
<b>4.6</b>	<b>Komplikationen</b>	<b>62</b>
4.6.1	Adhäsive Capsulitis - „Frozen shoulder“	62
4.6.2	Bizepssehnenpathologien	62
<b>4.7</b>	<b>Komorbiditäten</b>	<b>63</b>
4.7.1	Body-Mass-Index	63
4.7.2	Diabetes mellitus	63
4.7.3	Rauchen	63
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>64</b>
<b>5.1</b>	<b>Epidemiologische Daten und Patientengut</b>	<b>66</b>
5.1.1	Geschlecht	66
5.1.2	Alter	68
5.1.3	Dominanz des Armes und betroffener Arm	70
5.1.4	Follow-up	70
5.1.5	Vergleichbarkeit beider Gruppen	72
<b>5.2</b>	<b>Präoperative Daten – Konservative Therapie</b>	<b>73</b>
<b>5.3</b>	<b>Operation</b>	<b>74</b>
5.3.1	Intraoperativ erhobene Befunde	74
5.3.2	Arthroskopische Therapien	75
<b>5.4</b>	<b>Daten der Nachuntersuchung</b>	<b>78</b>
5.4.1	Visuelle Analogskala	78
5.4.2	Simple Shoulder Test	81
5.4.3	ASES Score	82
5.4.4	Constant Murley Score	83
5.4.5	Klinische Untersuchung	86
<b>5.5</b>	<b>Bildgebende Diagnostik</b>	<b>88</b>
5.5.1	Röntgen	88
5.5.2	MRT	90
<b>5.6</b>	<b>Komplikationen</b>	<b>91</b>
5.6.1	Adhäsive Capsulitis	91
5.6.2	Bizepssehnenpathologien	92

<b>5.7</b>	<b>Komorbiditäten</b>	<b>93</b>
5.7.1	BMI	93
5.7.2	Endokrine Erkrankungen, Diabetes mellitus	93
5.7.3	Rauchen	95
<b>5.8</b>	<b>Kritische Betrachtung der eigenen Untersuchung</b>	<b>95</b>
<b>5.9</b>	<b>Schlussfolgerungen/Konklusionen</b>	<b>99</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>102</b>
<b>7</b>	<b>Publikationen und Danksagung</b>	<b>122</b>
<b>7.1</b>	<b>Publikationen</b>	<b>122</b>
7.1.1	Eingereichte Abstracts	122
7.1.2	Geplante Kongresse	122
7.1.3	Geplante Veröffentlichungen	122
<b>7.2</b>	<b>Danksagung</b>	<b>123</b>
<b>8</b>	<b>Lebenslauf</b>	<b>124</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>125</b>
<b>9.1</b>	<b>Patienteninformation</b>	<b>125</b>
<b>9.2</b>	<b>Einwilligungserklärung</b>	<b>127</b>
<b>9.3</b>	<b>Wege- Unfallversicherung</b>	<b>128</b>
<b>9.4</b>	<b>Positives Ethikvotum</b>	<b>131</b>
<b>9.5</b>	<b>Visuelle Analogskala</b>	<b>133</b>
<b>9.6</b>	<b>Simple Shoulder Test</b>	<b>135</b>
<b>9.7</b>	<b>ASES Score</b>	<b>136</b>
<b>9.8</b>	<b>Constant Score</b>	<b>137</b>
<b>9.9</b>	<b>Zusätzlicher Schulterbogen</b>	<b>138</b>



# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anatomie des Schultergelenks	3
Abbildung 2: Bewegungsumfang des Schultergelenks	4
Abbildung 3: Schultergelenk	5
Abbildung 4: Pathogenese der Tendinosis calcarea	7
Abbildung 5: Kalkdepot im M. supraspinatus lokalisiert	8
Abbildung 6: Impingement-Abduktionsphänomen	9
Abbildung 7: Röntgen Glenohumeralgelenk anterior-posterior	10
Abbildung 8: Röntgen Glenohumeralgelenk y-Aufnahme	11
Abbildung 9: Röntgen Glenohumeralgelenk transaxillär	11
Abbildung 10: Gärtner Klassifikation	12
Abbildung 11: Röntgenbefund der Tendinosis calcarea	12
Abbildung 12: Sonographisches Bild der Tendinosis calcarea	13
Abbildung 13: Zusammensetzung unseres Patientenkollektivs	20
Abbildung 14: Diagnostischer Rundgang Schultergelenk	25
Abbildung 15: Subakromiale Dekompression bei Akromionsporn	25
Abbildung 16: Intraoperatives Kalkdepot	25
Abbildung 17: Entstandener Defekt nach Kalkextirpation	26
Abbildung 18: Débridement der Sehne	26
Abbildung 19: Rotatorenmanschettennaht	26
Abbildung 20: Schulterabduktionskissen zur Nachbehandlung bei RM-Naht	27
Abbildung 21: Dokumentationsbogen ASES Score	30
Abbildung 22: Jobe-Test	34
Abbildung 23: 0°-Abduktionstest	34
Abbildung 24: Lift-Off-Test	34

Abbildung 25: Belly-Press-Test	35
Abbildung 26: Außenrotation gegen Widerstand	35
Abbildung 27: Palm-Up-Test	36
Abbildung 28: O'Brien-Test	36
Abbildung 29: Painful-arc	37
Abbildung 30: Neer-Test	37
Abbildung 31: Hawkins-Kennedy-Test	38
Abbildung 32: Sugaya-Klassifikation	40
Abbildung 33: Geschlechtsverteilung der Nachuntersuchten	42
Abbildung 34: Altersverteilung der Gruppen zum Operationszeitpunkt	43
Abbildung 35: Beim nachuntersuchten Probanden ist der dominante Arm betroffen	44
Abbildung 36: Follow-up vom Operationszeitpunkt bis zur Nachuntersuchung	44
Abbildung 38: Präoperativ angewandte konservative Therapien	46
Abbildung 37: Durchführung einer konservativen Therapie	46
Abbildung 39: Intraoperativ erhobene Befunde - Gruppe Débridement	47
Abbildung 40: Gruppe Débridement - Lokalisation Kalkdepot	47
Abbildung 41: Intraoperativ erhobene Befunde - Gruppe Rotatorenmanschettennaht	48
Abbildung 42: Gruppe RM-Naht - Lokalisation Kalkdepot	48
Abbildung 43: Intraoperativ durchgeführte arthroskopische Therapien beider Gruppen	49
Abbildung 44: VAS – Schmerzpunkteverteilung beider Gruppen im Vergleich	51
Abbildung 45: VAS für postoperative Schmerzen beider Gruppen im Vergleich	51
Abbildung 46: VAS für die postoperative Funktion	52
Abbildung 47: VAS für die postoperative Zufriedenheit	52
Abbildung 48: VAS für postoperative Stabilität	53
Abbildung 49: SST - Anzahl der Antworten	53
Abbildung 50: ASES Score – Testresultate beider Gruppen	55
Abbildung 51: Gruppe Débridement - Schultertests postoperativ	57

Abbildung 52: Gruppe Rotatorenmanschettennaht - Schultertests postoperativ	58
Abbildung 53: Röntgenbildbefundung beider Gruppen präoperativ	59
Abbildung 54: MRT postoperativ – Klassifikation nach Sugaya	60
Abbildung 55: BMI im Vergleich	63
Abbildung 56: Diabeteserkrankung im Vergleich	63
Abbildung 57: Raucher im Vergleich	63

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beweglichkeit der Schulter nach der Neutral-Null-Methode	4
Tabelle 2: Anatomie der Muskeln der Rotatorenmanschette	5
Tabelle 3: Klassifikation nach Bosworth	11
Tabelle 4: Ein- und Ausschlusskriterien zur Studienteilnahme	21
Tabelle 5: Klassifikation der intraoperativ erhobenen Befunde	23
Tabelle 6: Einzelne Fragen des Simple Shoulder Tests	29
Tabelle 7: Bewertung der erzielten Punkte im ASES Score	31
Tabelle 8: Werte zur Berechnung des geschlechts- und altersadaptierten Constant Scores	32
Tabelle 9: Grundvoraussetzungen beider Gruppen im Vergleich	45
Tabelle 10: VAS - präoperative Werte beider Gruppen im Vergleich	50
Tabelle 11: VAS – Entwicklung innerhalb einer Gruppe	50
Tabelle 12: VAS - postoperative Ergebnisse beider Gruppen im Vergleich	51
Tabelle 13: Übersicht der erfassten Werte beider Gruppen für den Simple Shoulder Test	53
Tabelle 14: Prozentuale Verteilung der einzelnen Fragen des Simple Shoulder Tests	54
Tabelle 15: Übersicht der erfassten Werte beider Gruppen für den ASES Score	55
Tabelle 16: Übersicht der erfassten Werte beider Gruppen für den Constant Score	56
Tabelle 17: Am häufigsten zum Literaturvergleich verwendete Studien	66
Tabelle 18: Literaturvergleich Geschlechtsverteilung von Patienten mit Tendinosis calcarea	68
Tabelle 19: Literaturvergleich Altersverteilung von Patienten mit Tendinosis calcarea	69
Tabelle 20: Follow-up im Literaturvergleich	71
Tabelle 21: Literaturvergleich VAS für „Schmerz“	78
Tabelle 22: Häufigkeitsverteilung guter/exzellenter Resultate in der Literatur	80
Tabelle 23: Literaturvergleich ASES Score	82
Tabelle 24: Literaturvergleich Constant Score	84

# Abkürzungen

AC	Acromioclavicular
ap	anterior-posterior
ASAD	arthroskopische subakromiale Dekompression
ASES	American Shoulder and Elbow Surgeons
BMI	Body-Mass-Index
cm	Zentimeter
CT	Computertomographie
Dr.	Doktor
ESWT	Extrakorporale Stoßwellentherapie
ESWL	Extrakorporale Stoßwellenlithotrypsie
g	Gramm
geb.	geboren
HLA-A1	human leukocyte antigen, subtype A1
ISP	Musculus infraspinatus
kg	Kilogramm
M/Mm	Musculus/Musculi
m	Meter
max	Maximum
min	Minimum
mJ	Millijoule
mm	Millimeter
MRT	Magnetresonanztomographie
mSv	Millisievert
N/Nn	Nervus/Nervi
n	Anzahl
NSAR	Nichtsteroidale Antirheumatika
o. B.	ohne Befund
OP	Operation
p	„probability“, Signifikanzwert
PASTA	„partial articular supraspinatus tendon avulsion Partiellläsionen der artikulareseitigen Bizepssehne
PD	Privatdozent
postop	postoperativ
präop	präoperativ
Prof.	Professor
RM	Rotatorenmanschette
SAD	subakromiale Dekompression
SCP	Musculus subscapularis
SD	Standardabweichung
SLAP	superiores labrum von anterior nach posterior
SSP	Musculus supraspinatus
SST	Simple Shoulder Test
VAS	Visuelle Analogskala
z.B.	zum Beispiel

# 1 Zusammenfassung

## 1.1 Deutsche Zusammenfassung

Zielsetzung: Gegenüberstellung der klinischen und strukturellen Ergebnisse nach arthroskopischer Kalkdepotentfernung bei Tendinosis calcarea. Welchen Einfluss hat die additive Rotatorenmanschettennaht im Vergleich zum reinen Débridement?

Methodik: In einer retrospektiven Kohortenstudie konnten 44 an Tendinosis calcarea erkrankte Patienten (46 betroffene Schultern) mit einem durchschnittlichen Follow-up von 58,4 Monaten nachuntersucht werden. Bei allen war arthroskopisch ein Kalkdepot entfernt worden. Die Hälfte der Teilnehmer erhielt im Anschluss eine Naht des Defektes (Gruppe Rotatorenmanschettennaht), bei den anderen 23 wurde der entstandene Defekt des Sehnengewebes nur débridiert (Gruppe Débridement). Beide Gruppen waren präoperativ bezüglich des Geschlechts, des Alters sowie der Größe und Konsistenz des Kalkdepots vergleichbar. Die klinischen Ergebnisse wurden mittels Visueller Analogskala (für „Schmerz“, „Funktion“, „Zufriedenheit“ und „Stabilität“), dem ASES- und Constant Score sowie dem Simple Shoulder Test verglichen. Darüber hinaus konnte bei 29 Patienten die Sehnenintegrität durch Magnetresonanztomographie (MRT) mittels der Klassifikation nach Sugaya verglichen werden.

Ergebnisse: Alle nachuntersuchten Probanden empfanden subjektiv einen Behandlungserfolg. Patienten mit Rotatorenmanschettennaht würden zu 100%, Débridierte zu 95,7% die Operation wiederholen lassen. In der Visuellen Analogskala erzielte die Naht-Gruppe in den Kategorien „Schmerz“ ( $p=0,007$ ), „Funktion“ ( $p=0,008$ ), „Zufriedenheit“ ( $p=0,036$ ) und „Stabilität“ ( $p=0,001$ ) statistisch signifikant bessere Testresultate. Ebenso zeigten sich signifikant bessere Ergebnisse in der Naht-Gruppe im Vergleich zur Débridement-Gruppe im Simple Shoulder Test ( $p=0,005$ ), im ASES- ( $p=0,004$ ) und Constant Score ( $p=0,04$ ).

Die im Rahmen der Nachuntersuchung durchgeführte MRT Untersuchung ergab bei Probanden mit Rotatorenmanschettennaht mit 80% größtenteils Sugaya I, bei Débridierten mit 64% am häufigsten Sugaya II.

Schlussfolgerung: Nach arthroskopischer Kalkdepotentfernung mit Débridement oder additiver Naht des Defektes zeigen sich sehr gute mittelfristige klinische und strukturelle Ergebnisse. Dabei weisen Patienten mit additiver Naht des Rotatorenmanschettendefektes signifikant bessere Resultate, sowohl in den klinischen Scores als auch bezüglich der Sehnenintegrität, auf.

## 1.2 Englische Kurzzusammenfassung – Abstract

Purpose: Arthroscopic calcium removal on patients with calcifying tendinitis of the rotator cuff can create damage in the affected tendon. With focused check-ups possible advantages of additional cuff repair of the defect compared to a tendon-débridement should be evaluated.

Methods: In a retrospective cohort study 46 affected shoulders in 44 patients (mean age at time of operation 47 (range 31-63), 70% female/30% male) with calcifying tendinitis of the shoulder were examined. All patients underwent an arthroscopic calcium deposit removal and were divided into two groups, depending whether they got an additional débridement or rotator cuff repair of the defect afterwards. Results of both groups were assessed by means of preoperative findings (x-rays, clinical check), intraoperative documentation (operation protocol, x-rays, arthroscopy images) and postoperative x-rays and MRT. After a mean follow-up of 58.4 months (range 24-128), patients were clinically examined; the outcome was statistically evaluated using VAS (for “pain”, “function”, “satisfaction” and “stability”), Constant- and ASES Score and Simple Shoulder Test.

Results: All patients obtained good results after arthroscopic treatment. 100% of the cuff-repaired and 95.7% of the débridement patients are willing to repeat the operation if needed. Those with sutured rotator cuff defect had a significantly better clinical outcome according to the following categories: Simple Shoulder Test ( $p=0.005$ ), ASES- ( $p=0.004$ ) and Constant Score ( $p=0.04$ ) and VAS for “pain” ( $p=0.007$ ), for “function” ( $p=0.008$ ), “satisfaction” ( $p=0.036$ ) and VAS for “stability” ( $p=0.001$ ). Evaluating the MRTs, most patients with débridement (64%) had Sugaya II, while most of the cuff-repaired (80%) had Sugaya I.

Conclusion: Arthroscopic treatment of calcifying tendinitis of the shoulder presents a high rate of satisfactory results in general. An additive suture of the rotator cuff defect lead to superior clinical- as well as structural results compared to débridement of the defect. That is why we recommend this procedure.

## 2 Einleitung – Tendinosis calcarea

„Plötzlich hatte ich diese Schmerzen. Ich meine in den Wochen davor machte sich meine Schulter auch immer bemerkbar. Aber solche Schmerzen, das wünscht man nicht mal seinem ärgsten Feind!“ [Zitat einer nachuntersuchten Probandin am Universitätsklinikum].

Diese Schilderung einer Patientin mit Tendinosis calcarea (Kalkschulter) beschreibt eindrucksvoll wie akut das Krankheitsbild verlaufen kann und welche klinische Relevanz vorliegt.

Die Tendinosis calcarea stellt eine Erkrankung der Schulter mit reaktiven Kalkablagerungen in Form von Hydroxylapatit im Sehnenbereich der Rotatorenmanschette dar [213]. Durch Bildung und mangelnde Resorption der entstandenen Kalkherde sind mechanische Irritationen und entzündliche Veränderungen im Bereich der Schulter möglich. Je nach Stadium der Erkrankung, Größe und Position des Kalkdepots ist der Schmerzcharakter sehr variabel und kann von Schmerzlosigkeit bis hin zu fulminanten Verläufen reichen. Die betroffenen Patienten sind in ihrer Schulterfunktion und häufig auch in ihrer Lebensqualität eingeschränkt [176].

### 2.1 Anatomische Grundlagen

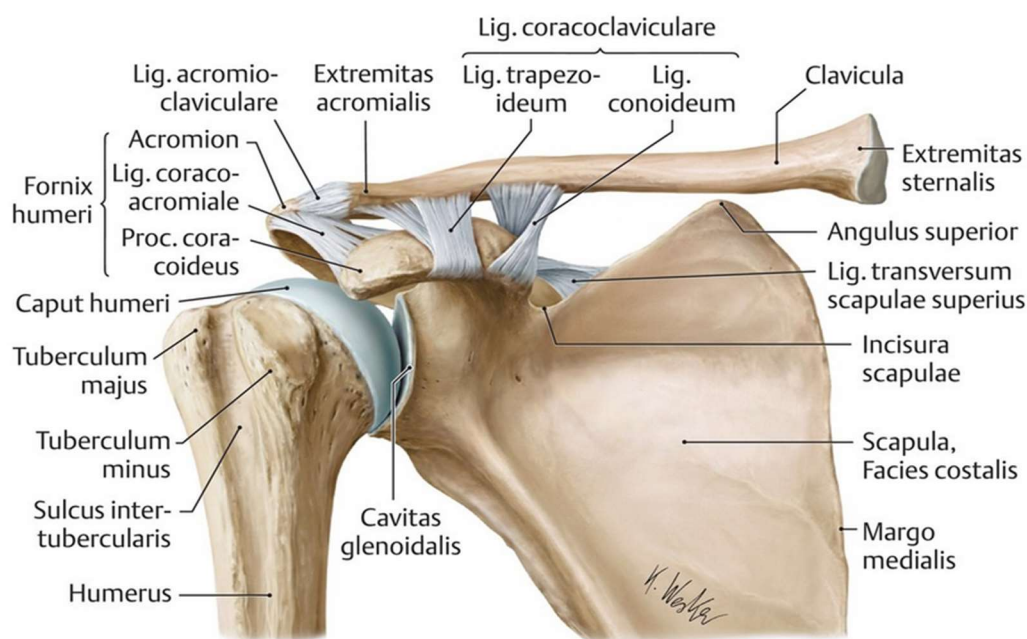


Abbildung 1: Anatomie des Schultergelenks [5], [187].

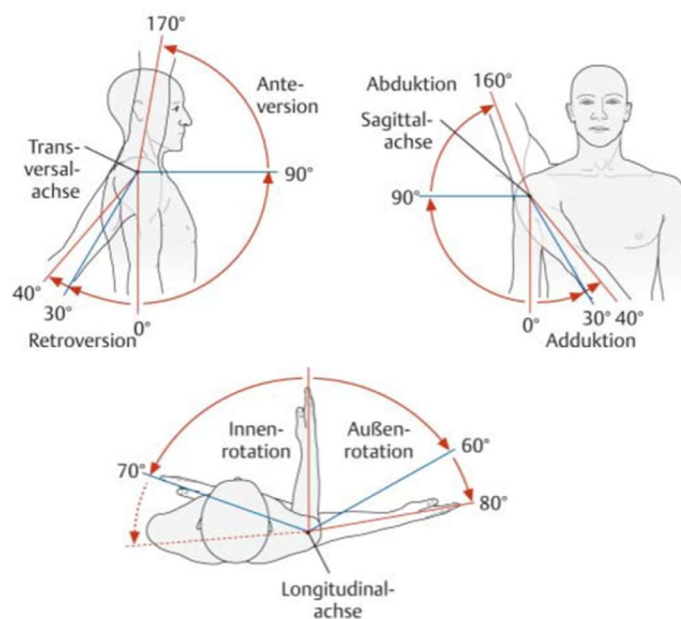


Das Schultergelenk (Articulatio glenohumeralis/humeri, vergleiche auch die Anatomie des Schultergelenks, Abbildung 1) ist ein „typisches Kugelgelenk mit 3 Freiheitsgraden“ [5].

	Schultergelenk isoliert	Schultergelenk + Schultergürtel
Adduktion/Abduktion	30/0/90°	40/0/160°
Ante-/Retroversion	90/0/30°	170/0/40°
Innen-/Außenrotation	70/0/60°	100/0/80°

**Tabelle 1: Beweglichkeit der Schulter nach der Neutral-Null-Methode [5].**

Ante-, Retroversion (Vor- und Zurückführen des Arms), Abduktion und Adduktion, sowie Außen- und Innenrotation sind möglich [5] (siehe auch Tabelle 1 und Abbildung 2). Dabei artikuliert der Humeruskopf (Caput humeri) in der Schultergelenkpfanne (Cavitas glenoidalis), die nur 1/3 bis 1/4 der Gelenkfläche beträgt. Die relativ kleine Pfanne bedingt die große Beweglichkeit im Schultergelenk, aber zugleich auch eine gewisse Instabilität durch „ungenügende Knochenführung“ [5].



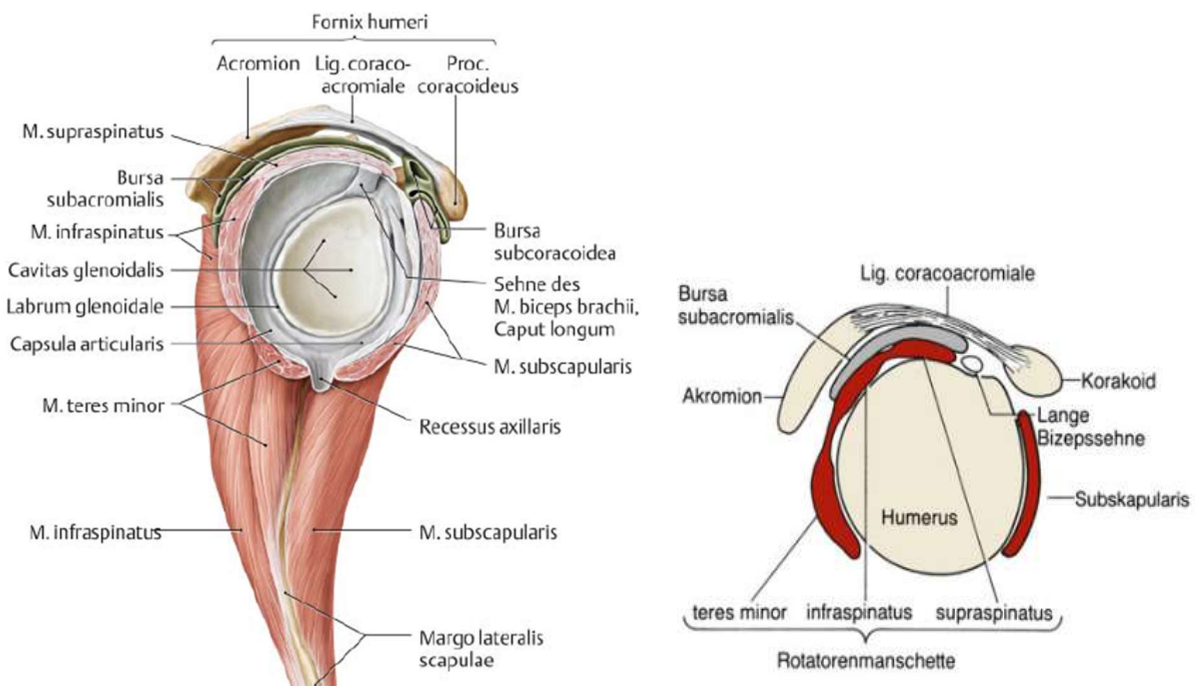
**Abbildung 2: Bewegungsumfang des Schultergelenks [5].**

Neben einer faserknorpligen Gelenkklippe (Labrum glenoidale), die eine Vertiefung der Gelenkpfanne bewirkt, steigert auch der Kapsel-Band-Apparat die Stabilität des Articulatio glenohumeralis. Die Schultermuskulatur ist für Stabilität und Bewegung von entscheidender Bedeutung.

Bei der Rotatorenmanschette (einem Teil der Schultermuskulatur) handelt es sich um „einen Komplex aus vier Muskeln, die an allen Bewegungen im Schultergelenk beteiligt sind [und] einen wichtigen Luxationsschutz bieten“ [5]. Sie besteht aus dem Musculus supraspinatus, Musculus infraspinatus, Musculus teres minor und Musculus subscapularis. Jedem der genannten Muskeln kommt eine individuelle und wichtige Bedeutung bei der Bewegung im Schultergelenk zu (siehe die im Verlauf folgende Tabelle 2 und Abbildung 3).

Muskel	Ursprung	Ansatz	Innervation	Funktion
M. teres minor	Scapula (Margo lateralis)	Tuberculum majus (humeri)	N. axillaris	Adduktion, Außenrotation
M. infraspinatus	Fossa infraspinata		N. suprascapularis	
M. supraspinatus	Fossa supraspinata			Abduktion
M. subscapularis	Facies costalis (Scapula)	Tuberculum minus (humeri)	Nn. subscapulares	Innenrotation, Adduktion

**Tabelle 2: Anatomie der Muskeln der Rotatorenmanschette [5].**



**Abbildung 3: Schultergelenk:** rechts: Rotatorenmanschette im Schnittbild [77].  
links: Gelenkpfanne des Schultergelenks: Ansicht von lateral auf die Cavitas glenoidalis [5].

Kranial sichert das Akromion, verbunden über das Ligamentum coracoacromiale mit dem Processus coracoideus, als sogenanntes „Schulterdach“ (Fornix humeri) das Schultergelenk und „verhindert so eine Luxation des Caput humeri in diese Richtung“ [179]. „Zur Reibungsminderung bei Bewegung“ [5] befindet sich der Gelenkkapsel aufgelagert und unterhalb des Akromions die Bursa subacromialis [5]. Chronische Entzündungen dieser Bursa können durch „Schmerzen die Bewegung der Schulter beeinträchtigen“ [5] und werden häufig begleitend beim Krankheitsbild der Tendinosis calcarea gefunden.

Das Wissen über die anatomischen Gegebenheiten ist wichtig als Grundlage für das Verständnis verschiedener Erkrankungen im Schulterbereich, so auch der Tendinosis calcarea.

## 2.2 Definition Tendinosis calcarea

Die Tendinosis calcarea (in der Literatur auch als Tendinitis calcarea, Tendinopatheia calcarea bezeichnet) stellt eine Erkrankung der Schulter mit reaktiven Kalkablagerungen in Form von Hydroxylapatit im Sehnenbereich der Rotatorenmanschette dar [213]. Durch Bildung und mangelnde Resorption der entstandenen Kalkherde kann es zu mechanischen Irritationen und entzündlichen Veränderungen im Bereich der Schulter kommen.

## 2.3 Epidemiologie

Das Krankheitsbild der Tendinosis calcarea betrifft sehr häufig Frauen im Lebensalter von 30 bis 55 Jahren [22], [37], [38], [48], [49], [50], [54], [70], [129], [159], [171] und hat eine in der Literatur sehr unterschiedlich angegebene Inzidenz von 2,5% bis über 20% [50], [72], [124], [136]. Die Prävalenz variiert dabei bei asymptomatischen Schultern zwischen 2,7 und 20% [20], [54], [128], [170], [184], bei bereits vorliegenden Schmerzen zwischen 6,8-54% [72], [80], [127], [128], [214]. Asymptomatische Schultern können laut Bosworth in 30-40% symptomatisch werden. In etwa 75–80% der Fälle [60], [62], [136], ist eine Verkalkung der Sehne des M. supraspinatus vorzufinden. Wesentlich seltener ist sie in den Sehnen der Mm. infraspinatus und subscapularis lokalisiert [49], [76]. In Ausarbeitungen zum Thema Tendinosis calcarea wird ein gehäuftes Auftreten des Kalkdepots der dominanten Schulter beschrieben [49], [81], [95], [171], [201], auch ein bilaterales Vorkommen ist in 8,8-40% der Fälle angegeben [20], [72], [124], [145].

## 2.4 Ätiologie

Als Ursache der Tendinosis calcarea werden allgemein eine Minderdurchblutung der betroffenen Stellen [213], degenerative [97], [169] und mechanische Ursachen diskutiert, was jedoch abschließend noch nicht geklärt werden konnte.

Neben „genetischen Prädispositionen in Assoziation mit dem Merkmal HLA-A1 (human leukocyte antigen, subtype A1)“ [184], die aber in Studien bisher nicht belegt werden konnten, wird auch eine Korrelation mit der Beanspruchung des Sehnengewebes vermutet.

Hinsichtlich der Pathogenese werden gegenwärtig zwei Theorien diskutiert. Ursprünglich vertrat man die Meinung, bei der Tendinosis calcarea handle es sich um eine degenerative Erkrankung der Rotatorenmanschette [39]. Nach der Degeneration von Sehnenfasern würde demnach die Entwicklung von Kalkdepots folgen [39].

Uthoff entwickelte jedoch die These, dass die Verkalkung in lebendigem Gewebe entstehe und sich dynamisch entwickle. Diese Annahme unterstützt auch die Altersverteilung im mittleren Lebensalter, die nicht typisch für degenerative Veränderungen ist. Nach dem Konzept von Uthoff et al. [184], [202], werden bei der Pathogenese folgende sequentiell definierte Stadien durchlaufen (vergleiche Abbildung 4):

### 1. Präkalzifikationsstadium:

Dieses Stadium ist durch eine „chondroide Metaplasie der Tendozyten“ innerhalb der Sehne gekennzeichnet [184]. Knorpelspezifische Zellprodukte (Proteoglykane) werden als Folge der Metaplasie gebildet.

### 2. Kalzifikationsstadium

*Formationsphase*: Über Jahre hinweg kommt es zu Ablagerungen von Hydroxylapatitkristallen in der Interzellularsubstanz in Matrixvesikeln [184].

Zunehmend entstehen größere Kalkdepots von krümelig, schollig, bis kreideartiger Konsistenz, das Gewebe ist hypo- bis avaskulär [184].

*Ruhephase*: Für eine variable Zeitspanne verbleibt der Kalkherd ohne weitere Ablagerungen in der Sehne [184].

*Resorptionsphase*: In der Peripherie des Depots treten dünnwandige Gefäßkanäle auf. Die vermehrte Vaskularisation des perifokalen Sehnengewebes bedingt das Einwandern von Makrophagen und mehrkernigen Riesenzellen in das Depot [79], [184]. Daraus resultieren resorptive Granulome, in denen die Kalkablagerungen, die in diesem Stadium dickflüssig-

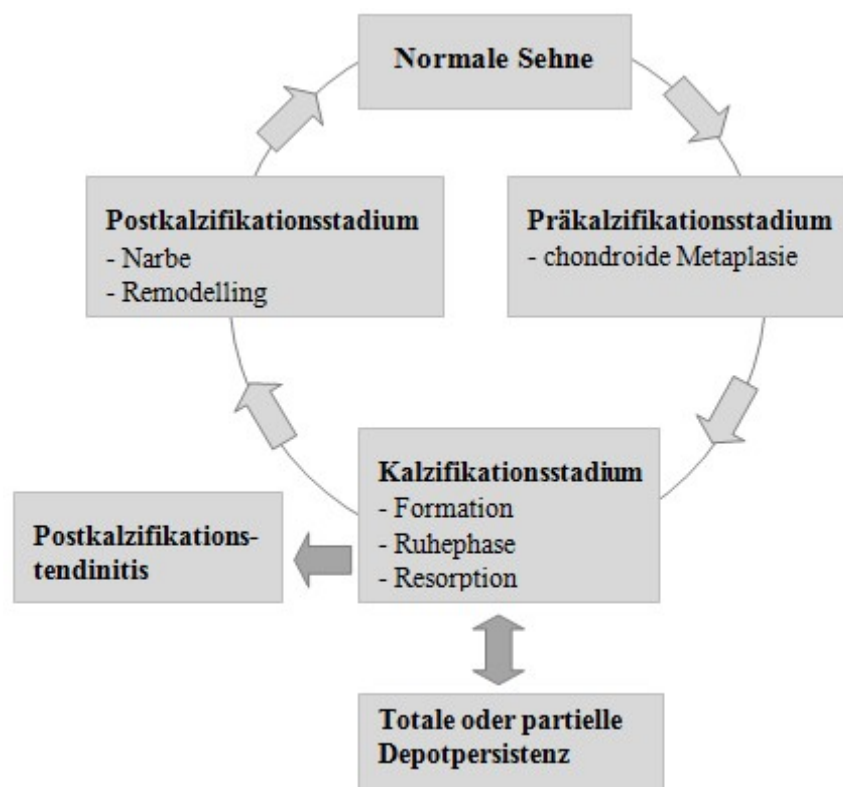


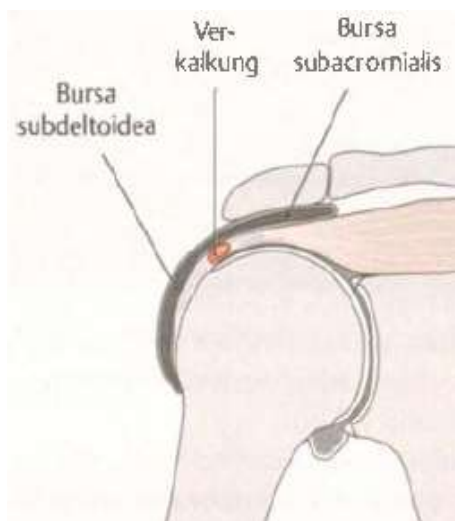
Abbildung 4: Pathogenese der Tendinosis calcarea [184].

cremig sind, nach und nach phagozytiert werden [184]. Diese Vorgänge können mit einer Entzündungsreaktion, Volumenzunahme und somit intratendinöser Druckerhöhung einhergehen. Das Kalkdepot kann spontan perforieren und die Bursa subacromialis infiltrieren [184]. Kennzeichnend für diese Vorgänge ist die typische akut schmerzhaft Klinik.

3. Postkalzifikationsstadium: Das Kalkdepot wird resorbiert und zeitgleich bildet sich „Granulationsgewebe [...], welches sich zu einer Narbe entwickelt“ [184]. Idealerweise soll daraus durch Remodelling die intakte Sehne rekonstruiert werden [184].

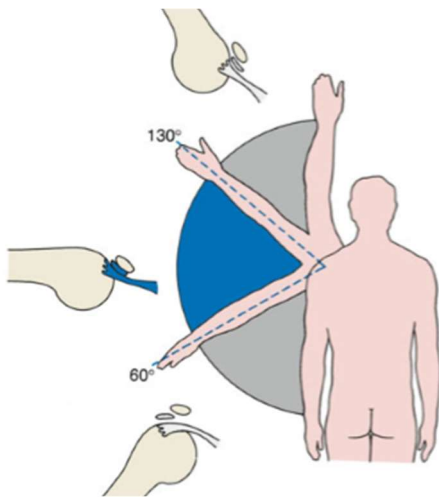
Hinsichtlich dieses natürlichen Verlaufs beschreiben Untersuchungen von Bosworth [20] eine Eigenresorption des Kalkdepots von 6,4% pro Jahr. Anhand aktuellerer Studien geht man von einer deutlich höheren Spontanresorptionsrate aus [184]. Von der Arbeitsgruppe um Rupp et al. wird in einer prospektiven Studie zum Spontanverlauf der Tendinosis calcarea thematisiert, dass in den ersten sechs Monaten bereits 30% der begutachteten Kalkdepots spontan vollständig oder zu 50% resorbiert waren [184]. Wölk und Wittenberg fanden eine Resorptionsrate von 67% nach fünf Jahren bei sonographischen Kontrollen [218].

Obwohl das von Uthoff et al. entwickelte Konzept breite Anerkennung genießt, stellte man darüber hinaus fest, dass der beschriebene Evolutionszyklus und natürliche Verlauf in jeder Phase unterbrochen werden kann [81], [184]. In der Folge führt dies dann zu einer unvollständigen Resorption des Kalkdepots [184] und gegebenenfalls Persistenz der Schmerzen.



**Abbildung 5: Kalkdepot im M. supraspinatus lokalisiert [187].**

Bei der Entstehung differenziert man grundsätzlich zwischen intrinsischen und extrinsischen Schmerzen. Durch Bildung und mangelnde Resorption der Kalkherde kann es zu mechanischen Irritationen kommen (extrinsischer Mechanismus) [184]. Beispielsweise bei der Abduktion des Armes, im Falle einer Lokalisation des Kalkdepots im Sehnenbereich des Musculus supraspinatus (siehe Abbildung 5 und 6), kann die Sehne in ihrem Gleitvorgang behindert sein. Daraus resultiert eine „Irritation der Bursa, des Ligamentum coracoacromiale sowie eine sekundäre Erhöhung des



**Abbildung 6: Impingement-Abduktionsphänomen [77].**

intratendinösen Druckes durch Interaktion mit den Begrenzungen des subakromialen Gleitraumes“ [184]. Kommt es dabei zur Bursitis subacromialis, liegen häufig Beschwerden im Sinne eines Impingementsyndroms vor (siehe Abbildung 6). Neben der extrinsischen Schmerzentstehung spielt die intrinsische gerade während der Resorptionsphase eine große Rolle. Die Zellvermehrung, Blutfüllung sowie Ödembildung führen zu einer Volumenzunahme und Druckerhöhung [184]. Zugleich können freigesetzte lokale Entzündungsmediatoren zusätzlich eine Ursache für Schmerzen sein [184].

Im Rahmen von histologischen Untersuchungen des Sehnengewebes konnte bei Patienten mit Tendinosis calcarea im Vergleich zu normalem Sehnengewebe neben der erhöhten Vaskularisation auch eine gesteigerte Neoinnervation beobachtet werden [79], was zu der Klinik passt. Die Folge all dieser extrinsischen und intrinsischen Faktoren können extreme Schmerzen sein, die für das Krankheitsbild typisch sind.

Die Betroffenen Patienten sind in ihrer Schulterfunktion und häufig auch generell in ihrer Lebensqualität stark eingeschränkt [176].

## 2.5 Klinik

Die Tendinosis calcarea präsentiert sich klinisch allgemein sehr variabel. Asymptomatisch verläuft sie vor allem in der Formationsphase sowie in der Ruhephase des Kalzifikationsstadiums, sodass sie bisweilen als Zufallsbefund im Röntgenbild entdeckt wird. Dennoch kann auch hier bereits eine Schmerzsymptomatik auftreten, die dann hauptsächlich extrinsisch, also durch mechanische Irritation, begründet ist. Das „eindrucksvolle klinische Bild“ aus plötzlich unerträglichen Schmerzen findet sich häufig im Resorptionsstadium [184]. Schmerzcharakter und –ausprägung sind insgesamt abhängig von der Phase des Zyklus, der Lage und Größe des Depots [184].

Symptome bei Patienten sind Ruheschmerzen, die durch Bewegung gesteigert werden können, gegebenenfalls Schonhaltung des Arms in Innenrotation am Körper und eine schmerzhaft eingeschränkte Bewegung- und Kraftumfänge [184]. Die Palpation kann

über dem Kalkdepot druckempfindlich sein [155]. Auch beklagen viele Betroffene einen dauerhaften Nachtschmerz und Probleme beim Schlafen auf der erkrankten Seite.

Bei chronischem Verlauf ist eine Schmerzausstrahlung in den Nackenbereich zum Deltaansatz und in den Arm möglich.

## 2.6 Bildgebende Verfahren

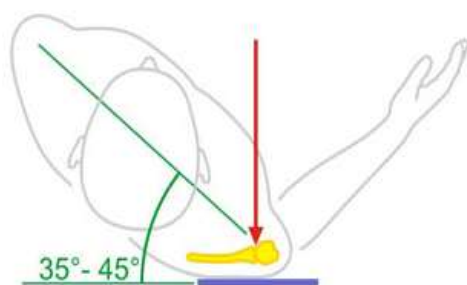
### 2.6.1 Röntgen

Die Röntgenuntersuchung ist ein wichtiges Standardverfahren bei klinischem Verdacht einer Tendinosis calcarea und bei Operationsindikation zur Planung der Kalkextirpation [94]. Dichtes Gewebe (Kalkablagerungen) erscheinen hell, weil die Röntgenstrahlen stärker abgeschwächt werden. Die Röntgendiagnostik sollte Aufnahmen in drei Ebenen umfassen (true anterior-posterior, axial, outlet view). Gegebenenfalls kann die anterior-posterior Aufnahme in Außen- beziehungsweise Innenrotation durchgeführt werden, um eine überlagerungsfreie Darstellung zu ermöglichen.

Nachfolgend wird die fotografische Dokumentation der Lagerung und dabei entstehender Röntgenbilder der einzelnen Aufnahmen [68], [223] aufgeführt:

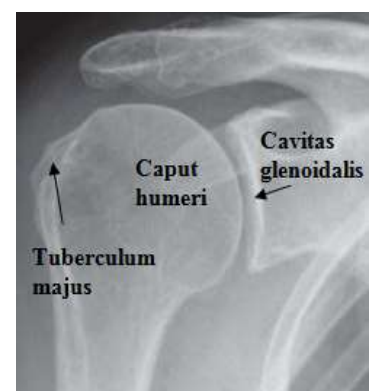
#### Glenohumeralgelenk: Anterior-posterior Aufnahme (true a.p.), Abbildung 7:

Bei dieser Standardaufnahme zur Beurteilung des Glenohumeralgelenks steht der Patient circa 45° nach vorne zur dazustellenden Schulter gedreht am Rasterwandstativ [223]. Der Arm wird in Neutralposition gehalten und ist im Ellenbogengelenk um 90° gebeugt [68].



© Universität Bern

Abbildung 7: Röntgen Glenohumeralgelenk anterior-posterior [68], [223].

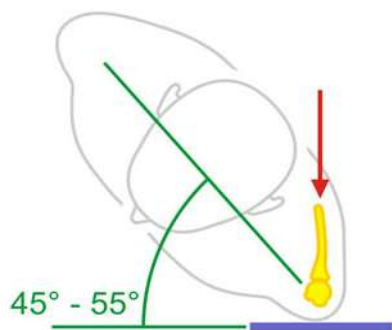


#### Glenohumeralgelenk: Outlet view, y-Aufnahme [68], Abbildung 8:

Der stehende Patient befindet sich posterior anterior zum Rasterwandstativ und hebt die gesunde Seite um circa 30-50° im offenen Winkel an [223]. Die röntgenologische Darstellung



ermöglicht die Beurteilung des Akromions und Akromioclaviculargelenks, gewährt Einblicke in den Subakromialraum [223] und ist somit vor allem bei Impingementsymptomatik und Rotatorenmanschettenpathologien essentiell.



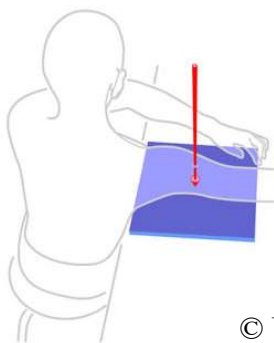
© Universität Bern



Abbildung 8: Röntgen Glenohumeralgelenk y-Aufnahme [68], [223].

Glenohumeralgelenk: transaxillär (axial), Abbildung 9:

Die Aufnahme wird entweder im Sitzen (Schulter um 90-100° abduziert) oder Liegen (Abduktion um 45°) angefertigt [223]. Der Zentralstrahl läuft durch die Mitte des Schultergelenks [68]. Das so erzeugte Röntgenbild erlaubt die Darstellung „der horizontalen Zentrierung des Humeruskopfes gegenüber dem Glenoid“ und „die Lage der lateralen Clavicula zum Akromionrand“ [68].



© Universität Bern

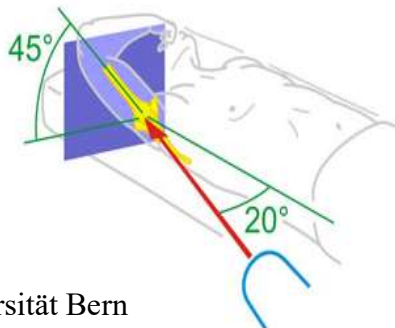


Abbildung 9: Röntgen Glenohumeralgelenk transaxillär [68], [223].

Je nach Krankheitsphase variiert das röntgenologische Erscheinungsbild und ermöglicht somit eine Klassifikation der Tendinosis calcarea.

Bosworth [20] hat dabei als Kriterium zur Einteilung die Größe des Defekts verwendet (siehe Tabelle 3):

Bosworth I	klein	<0,5cm
Bosworth II	mittel	0,5-1,5cm
Bosworth III	groß	>1,5cm

Tabelle 3: Klassifikation nach Bosworth.



Eine weitere Möglichkeit der Kategorisierung erfolgt nach Gärtner [71], [72], (Abbildung 10). Hierbei spiegelt die Durchnummerierung nach Gärtner Typ I bis III die „Chronologie des Spontanverlaufs wider“ [184]:

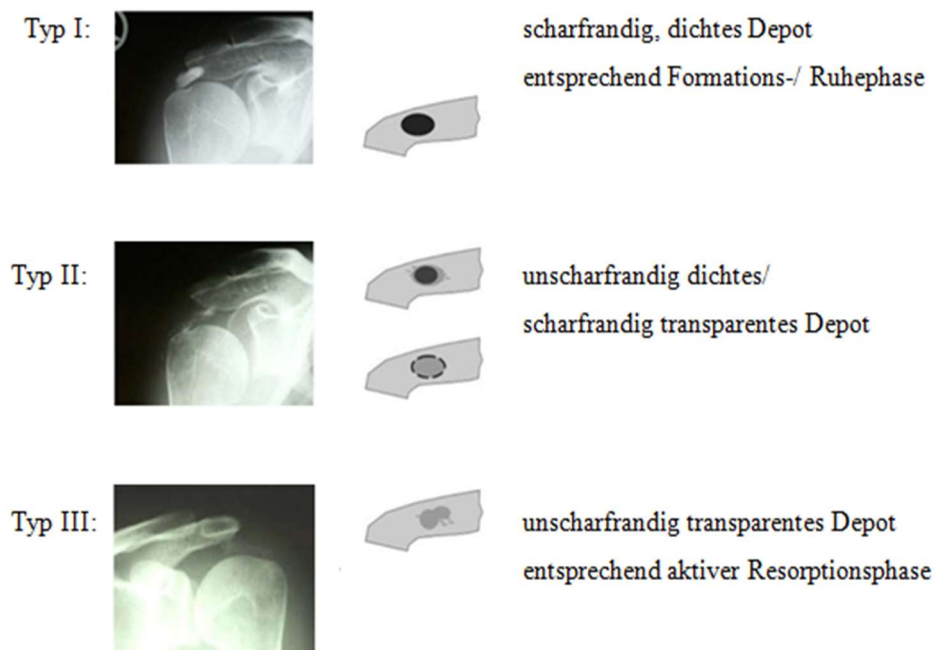


Abbildung 10: Gärtner Klassifikation, modifiziert nach [184], [225].

Nicht jede im Röntgenbild ersichtliche Verkalkung geht mit einer klinischen Symptomatik einher. Ein typischer röntgenologischer Befund einer Tendinosis calcarea zeigt sich in Abbildung 11.



Abbildung 11: Röntgenbefund der Tendinosis calcarea links, 20x9mm, Gärtner Typ II [50].

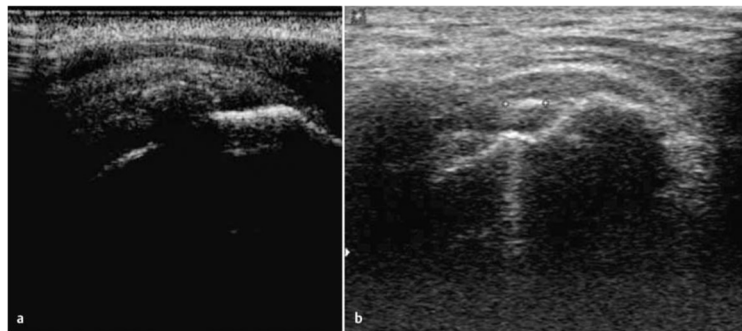
## 2.6.2 Sonographie

Auch durch Sonographie sind Kalkherde bei Tendinosis calcarea gut zugänglich. Sie ermöglicht eine dynamische Untersuchung und präoperative Lokalisation [54] des Depots sowie eine grobe Einschätzung der Größe. Allerdings kann sich gerade die Dicke des Kalkdepots der

Diagnostik mittels Ultraschall entziehen [50]. Abhängig von der Konsistenz des Depots und dessen Stadium variiert das Erscheinungsbild. Anhand der Klassifikation von Farin und Jaroma (1995) lassen sich folgende Faktoren beurteilen [50]:

- die oberflächliche Kontur (scharf, undeutlich),
- die innere Struktur (Schallschatten, hyperdens),
- die Schallauslöschung (vollständig, teilweise, keine Schallauslöschung).

Es besteht die Tendenz, dass „Depots mit fester Konsistenz in der Formationsphase (aufgrund einer hohen Dichte an Hydroxylapatitkristallen und damit verbundener Reflektion der Schallwellen) mit kompletter Schallauslöschung einhergehen und sich scharf vom umgebenden Sehngewebe abgrenzen lassen“ [54]. Einen geringeren Schallschatten haben Kalkdepots in der Resorptionsphase mit zunehmender Verflüssigung und sind damit schwieriger vom angrenzenden Gewebe differenzierbar [54]. Siehe dazu auch das Bildmaterial in Abbildung 12 von Dehlinger et al. [50].



**Abbildung 12: Sonographisches Bild der Tendinosis calcarea** bei lateral-superiorem Longitudinalschnitt [50].  
**a:** 8 mm großer Kalkherd in der SSP-Sehne mit vollständigem Schallschatten bei Gärtner-Stadium I.  
**b:** 5 mm große echoreiche Signalanhebung intratendinös ohne Schallschatten bei Gärtner-Stadium III.

### 2.6.3 MRT und CT

Die Magnetresonanztomographie (MRT) und Computertomographie (CT) sind nicht zur Standarddiagnostik vorgesehen [151].

Auch wenn die mittels CT erhaltenen „Dichtewerte des Kalkherdes [...] mit der Konsistenz des Depots korrelieren“ und eine genaue Lokalisation möglich ist, wird durch die CT „kein Mehrwert im Vergleich zum Röntgen in drei Ebenen“ gewonnen [151].

Bei der MRT besteht für die Beurteilung des Kalkdepots kein Vorteil im Vergleich zum konventionellen Röntgen. Hinsichtlich der Einschätzung von begleitenden Läsionen der Rotatorenmanschette hat die Magnetresonanztomographie aber einen hohen Stellenwert und kann indiziert sein [151].

## 2.7 Therapie

Zunächst ist zu berücksichtigen, dass bei der Tendinosis calcarea eine hohe Spontanheilungstendenz besteht [155]. Sind die Patienten durch Schmerzen eingeschränkt, wird daher primär konservativ [32], [65] über einen Zeitraum von drei bis sechs Monaten [54] behandelt. Erst bei chronischen Verläufen mit Schmerzpersistenz und Einschränkung der Lebensqualität ist ein invasiveres Vorgehen angeraten. Ziel der Behandlung ist es, eine Schmerzreduktion bis Schmerzfreiheit zu erreichen. Dabei wird anhand eines Stufenkonzeptes vorgegangen:

### Stufe I - konservative Therapie

Zunächst werden Analgetika/Antiphlogistika vor allem zur Nacht gegeben. Wird keine ausreichende Schmerzreduktion erzielt, besteht die Möglichkeit der subakromialen Injektion von Lokalanästhetika und Corticosteroiden [31], [60], [122], [181], [203]. Zur Prävention einer sekundären Bewegungseinschränkung [184] kann der Patient begleitend krankengymnastisch beübt werden. Die Physiotherapie dient auch der Kräftigung oder Detonisierung der primären (Rotatorenmanschette) und sekundären (Mm. pectoralis major, latissimus dorsi und teres major) Stabilisatoren [16]. Durch ihre kaudalisierende Funktion auf den Humeruskopf können gerade letztere mehr Platz im subakromialen Raum schaffen und gegebenenfalls die Beschwerdesymptomatik mindern. Das ursächliche Krankheitsbild wird dadurch aber nicht verändert.

Von sehr guten bis guten Ergebnissen nach konservativer Therapie bei 50% der Patienten berichten Noel und Brantus [156]. Wölk und Wittenberg konnten in einer retrospektiven Studie bei 70% der Probanden Schmerzfreiheit oder eine starke Besserung durch den konservativen Ansatz nachweisen [218].

### Stufe II - ESWT, Needling

Ein weiterer Therapieansatz ist die ESWT (Extrakorporale Stoßwellentherapie). Sie ist charakterisiert durch nichtlineare Hochdruckimpulse, die einen schnellen Druckanstieg mit hohem Druckmaximum und anschließend steilem Druckabfall aufweisen. Ein sich außerhalb des Körpers befindender Generator erzeugt diese Welle, die auf das betroffene Areal fokussiert ist. Die Bedeutung der ESWT ist noch nicht abschließend geklärt. Viele Studien beschreiben einen positiven Effekt für den Krankheitsverlauf [2], [6], [11], [23], [45], [58], [74], [89], [105], [126], [177], [204], [212] mit einer Spontanresorptionstendenz des

Kalkdepots von 16–50% [92], [123], [163], [182], [190]. Bei Anwendung der Stoßwellentherapie scheint die Hoch-Energie ESWL [91], [207], [219] der Niedrig-Energie signifikant überlegen zu sein. Ioppolo et al. [93] favorisieren ein Energie Level von 0,2 mJ/mm<sup>2</sup>. Bei anderen Untersuchungen und kritischer Betrachtung entstand der Eindruck, „dass es [durch ESWT] nicht gelingt ein Depot in relevantem Umfang physikalisch zu zerstören“ und dass die in der „Literatur angegebenen Resorptionsraten im Bereich des Spontanverlaufs liegen“ [184].

Als mögliche Komplikationen bei Stoßwellentherapie kommen Schmerz, lokales Taubheitsgefühl, Hämatome, Erytheme, Ekchymosen, bis zur Entstehung von Humeruskopfnekrosen [57], [141] in Betracht.

Bei erfolgloser konservativer Therapie mit Analgetika/Antiphlogistika und subakromialen Injektionen ist die ESWT aber ein möglicher Therapieansatz.

Beim Needling wird unter Ultraschall-/Röntgenkontrolle in Lokalanästhesie das Kalkdepot mit einer Kanüle punktiert. Es kann „versucht werden mit Kochsalzlösung oder Lokalanästhetikum Material aus der Sehne herauszuspülen oder zu aspirieren“ [184]. Auch bei diesem Verfahren variieren die Ergebnisse durchgeführter Studien. Kim et al. [108] beobachteten nach dem Needling eine röntgenologisch sichtbare Verkleinerung des Kalkdepots, Schmerzreduktion und allgemein eine Besserung des Krankheitsbildes. Auch andere Untersuchungen beschreiben die positiven Effekte des Needlings [26], [73], [117], [188]. Rupp et al. [184] sehen hingegen keine wesentlichen Vorteile gegenüber der allgemeinen konservativen Therapie.

### Stufe III - Operation

Auch wenn die Ergebnisse einzelner Therapieoptionen in der Literatur variable Ergebnisse zeigen, sind sich alle Autoren einig, zunächst konservativ vorzugehen [55], [100], [115], [141], [151], [158]. Versagen die konservativen Behandlungsmöglichkeiten und besteht eine Schmerzsymptomatik von mehr als sechs Monaten [176], ist eine operative Entfernung des Kalkdepots die Therapie der Wahl.

Prinzipiell kann der operative Eingriff offen oder arthroskopisch erfolgen, wobei letztgenanntes Verfahren präferiert wird [184] und mit sehr guten klinischen Ergebnissen [3], [12], [13], [21], [64], [96], [153], [176], [162] einhergeht. Abhängig ist die Wahl des Eingriffes von der Erfahrung des Chirurgen, der Größe, Lage und Konsistenz des Depots sowie von potentiell vorliegenden Begleiterkrankungen. Die operative Versorgung beinhaltet,

je nach Ausprägung der Tendinosis calcarea, eine Bursektomie, welche gegebenenfalls mit einer sparsamen Akromioplastik kombiniert werden kann. Nach der Kalkdepotentfernung bei arthroskopischer oder offener Therapie verbleibt je nach Größe, Konsistenz und Radikalität der Kalkentfernung häufig ein Sehndefekt, der additiv mittels Débridement oder Naht versorgt wird.

## 2.8 Fragestellung

Beckmann et al. [17] betrachteten Magnetresonanztomographiebilder von Patienten, die an Tendinosis calcarea erkrankt sind, im Vergleich zu Schultergesunden. Das alleinige Vorliegen von Kalkdepots geht laut diesen Untersuchungen nicht mit einem erhöhten Risiko für Rotatorenmanschettenrupturen einher als bei der Normalbevölkerung. Früher vertraten viele Autoren die Meinung, dass keine Koexistenz von Tendinosis calcarea und Rotatorenmanschettenrissen bestehe [139]. Es liegen aber auch konträre Angaben in der Literatur vor. Mithilfe von Arthrographie konnte Kernwein bei Patienten mit Kalkschulter und einem Alter >40 Jahre eine 90% Wahrscheinlichkeit für Rotatorenmanschettendefekte zeigen [102]. Auch Wolfgang [217] und Jim et al. [98] sind der Meinung, dass eine Koexistenz von Kalkdepots und Rotatorenmanschettendefekten nicht ungewöhnlich sei. Hsu et al. [90] beschrieben bei 28% der an Tendinosis calcarea erkrankten Patienten zusätzlich einen Rotatorenmanschettenriss. Neben den hier bereits präoperativ diagnostizierten Rotatorenmanschettendefekten ist zudem denkbar, dass durch die operative Entfernung des Kalkdepots das betroffene Sehngewebe in Mitleidenschaft gezogen wird. Das Ausmaß ist dabei abhängig von Größe und Lage des Depots sowie dem operativen Vorgehen [142]. Es gilt folgendes abzuwägen: das Kalkdepot komplett entfernen und einen größeren Defekt der Sehne in Kauf zu nehmen, oder den Kalk nicht vollständig entnehmen, mit dem Risiko der postoperativen Beschwerdepersistenz.

Manche Autoren favorisieren es, den Kalk in der Sehne zu belassen [64], [184] und beobachteten dabei auch klinisch gute Ergebnisse [95] sowie zum Teil die spätere Spontanresorption des zurückgebliebenen Kalks [189]. Andere Autoren empfehlen hingegen die komplette Entfernung des Kalkdepots anzustreben [96], [171], [222]. Untersuchungen von Siebold et al. [194] zeigten bei Eingriffen mit dem Ziel der vollständigen Kalkentfernung, die mit Bildwandlerkontrolle durchgeführt wurden, postoperativ signifikant bessere radiologische Ergebnisse und eine komplette Kalkdepotextirpation bei 94% der Patienten. Dies ging zugleich mit einer reduzierten perioperativen Morbidität und einer verminderten Anzahl an

Revisionseingriffen einher. Auch Beobachtungen von Porcellini et al. [171], die das Outcome der Patienten stark verknüpft mit dem Vorhandensein beziehungsweise dem Fehlen von Kalk sahen, sprechen für die komplette Entfernung. In der Literatur liegt diesbezüglich keine einheitliche Empfehlung vor.

Das weitere Vorgehen nach Kalkdepotentfernung beschreiben viele Autoren, auch McMillan et al. [140], als Herausforderung. Sie empfehlen den Defekt mit einem bioinduktiven Kollagen-Implantat zu decken, das die Verbindung und Regeneration anregen soll. Auch das Débridement und die Naht der Sehne werden thematisiert. Yoo et al. [222] und Ranalletta et al. [174], [175] berichteten von zufriedenstellenden Ergebnissen bei kompletter Kalkdepotentfernung und anschließender Reparatur der Sehne.

Welche Vorgehensweise nach Entfernung des Kalkherds genau anzustreben ist wurde bisher nicht ausreichend analysiert. Seil et al. [189] untersuchten die klinischen und radiologischen Ergebnisse nach der Kalkdepotentfernung ohne Reparatur der Rotatorenmanschette und konnten dabei gute klinische Resultate feststellen. Zugleich wurden aber auch bei 66% der Patienten postoperativ Unregelmäßigkeiten der Rotatorenmanschette erkannt [176], [189]. Balke und Mitarbeiter [9] versuchten den Schaden der Rotatorenmanschette zu minimieren. Bei einem 6-Jahres Follow-up mittels Ultraschall konnten im Vergleich zu gesunden Schultern häufiger Partialrupturen der Rotatorenmanschette nachgewiesen werden [9]. Demgegenüber stehen die Studien von Porcellini et al. [171], bei denen keine postoperativen Risse der Rotatorenmanschette vorliegen und die bei Entfernung größer Kalkdepots eine additive Rotatorenmanschettennaht durchführten. Auch Barber et al. [12] empfehlen einen Sehnendefekt >5mm operativ zu beheben.

Hinsichtlich dieser Thematik liegt in der Literatur keine evidenzbasierte Empfehlung vor. Es gibt momentan keine Auswertungen oder wissenschaftliche Untersuchungen, die in vergleichender Weise das Vorgehen nach Kalkdepotentfernung bei Tendinosis calcarea bezüglich klinischer und struktureller Ergebnisse gegenüberstellen. Vielmehr wird immer wieder diskutiert, ob und wie der durch die Kalkdepotentfernung in der Rotatorenmanschette entstandene Schaden repariert werden sollte.

Die vorliegende Dissertation greift die Problematik auf und geht konkret dieser Thematik auf den Grund. Berücksichtigung findet dabei nach Kalkdepotentfernung eine Anschlussbehandlung mit Débridement oder Rotatorenmanschettennaht.

Anhand gezielter Nachuntersuchungen von Patientinnen und Patienten mit Tendinosis calcarea, die zuvor arthroskopisch operiert wurden (Débridement im Vergleich zur Rotatorenmanschettennaht), wird die Auswirkung der additiven Rotatorenmanschettennaht festgestellt und beurteilt.

Der offizielle Studientitel lautet:

*„Gegenüberstellung der klinischen und strukturellen Ergebnisse nach arthroskopischer Kalkdepotentfernung bei Tendinosis calcarea. Welchen Einfluss hat die additive Rotatorenmanschettennaht im Vergleich zum reinen Débridement?“*

Im Rahmen der Studie wurden 46 Schultern mit dem Krankheitsbild der Tendinosis calcarea am Universitätsklinikum des Saarlandes nachuntersucht. Bei allen war arthroskopisch ein Kalkdepot entfernt worden. 23 der betrachteten Schultern wurden im Anschluss mit einer Rotatorenmanschettennaht versorgt, bei den anderen 23 wurde das Sehnengewebe débridiert. Berücksichtigung fanden bei der postoperativen Nachuntersuchung (mit einem Follow-up von mindestens zwei Jahren) der Schmerzzustand, die Zufriedenheit, mögliche Einschränkungen im Alltag und daraus resultierender Lebensqualität, der Bewegungsumfang und die Kraftentwicklung. Neben der klinischen Untersuchung waren folgende Scores von Bedeutung: die Visuelle Analogskala, der ASES- und Constant Score sowie der Simple Shoulder Test.

Präoperative Befunde (klinische Untersuchung, Röntgen und MRT), intraoperative Dokumentationen (OP-Protokolle, Röntgen und Arthroskopiebilder) sowie direkt postoperativ angefertigte Röntgenbilder wurden in die Auswertung miteinbezogen.

Ziel der Studie ist es, die mittelfristigen klinischen und kernspintomographischen Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung (Débridement oder Naht) bei Tendinosis calcarea zu erfassen und in Zukunft optimierte Therapiekonzepte und Therapieempfehlungen zur besseren Behandlung zu entwickeln.

Allgemein liegt die Vermutung darin, dass die operative Versorgung mittels additiver Rotatorenmanschettennaht, verglichen mit einem reinen Débridement der Läsion, zu besseren klinischen Ergebnissen führt. Eine verbesserte strukturelle Integrität der Rotatorenmanschette, die ebenfalls im weiteren klinischen Verlauf einen signifikanten Einfluss auf die Schulterfunktion haben könnte, ist eine potentielle Folge.

Eine Hypothese, die es zu verifizieren/falsifizieren gilt, ist:

„Patienten mit Tendinosis calcarea, die bei operativer Kalkdepotausträumung zusätzlich eine Rotatorenmanschettennaht der in der Sehne entstandenen Läsion erhielten, zeigen bessere klinische und strukturelle Ergebnisse als Probanden, die ausschließlich débridiert wurden.“

Unter folgenden Gesichtspunkten wird das Krankheitsbild der Tendinosis calcarea allgemein und bezüglich der beiden Gruppen überprüft:

1. Besteht ein Zusammenhang hinsichtlich Erkrankungsalter, Geschlecht und Dominanz des betroffenen Arms?
2. Wie drücken sich der Schmerzzustand, die Funktion und Patientenzufriedenheit beider Gruppen und die Stabilität anhand der Visuellen Analogskala aus?
3. Variieren die Ergebnisse beider Gruppen im ASES-, Constant Score und Simple Shoulder Test?
4. Wie ist die röntgenologische Verteilung der Patienten (anhand der Klassifikation nach Gärtner und Bosworth) präoperativ?
5. Hat das präoperative röntgenologische Stadium der Tendinosis calcarea nach Gärtner und Bosworth Einfluss auf den postoperativen Verlauf?
6. Sind bei klinisch auffälligen Patienten, die postoperativ geröntgt werden, auffällige Korrelate im Röntgenbild zu finden?
7. Wie stellt sich das Sehnengewebe beider Gruppen (Sugaya-Klassifikation) in der Magnetresonanztomographie dar?
8. Unterscheidet sich der Befund der klinischen Untersuchung beider Gruppen?
9. Welchen Einfluss hat die additive Rotatorenmanschettennaht im Vergleich zum reinen Débridement?
10. Haben Faktoren wie Rauchen, Diabetes und Übergewicht Einfluss auf das operative Resultat?



### 3 Material und Methode

#### 3.1 Patientengut

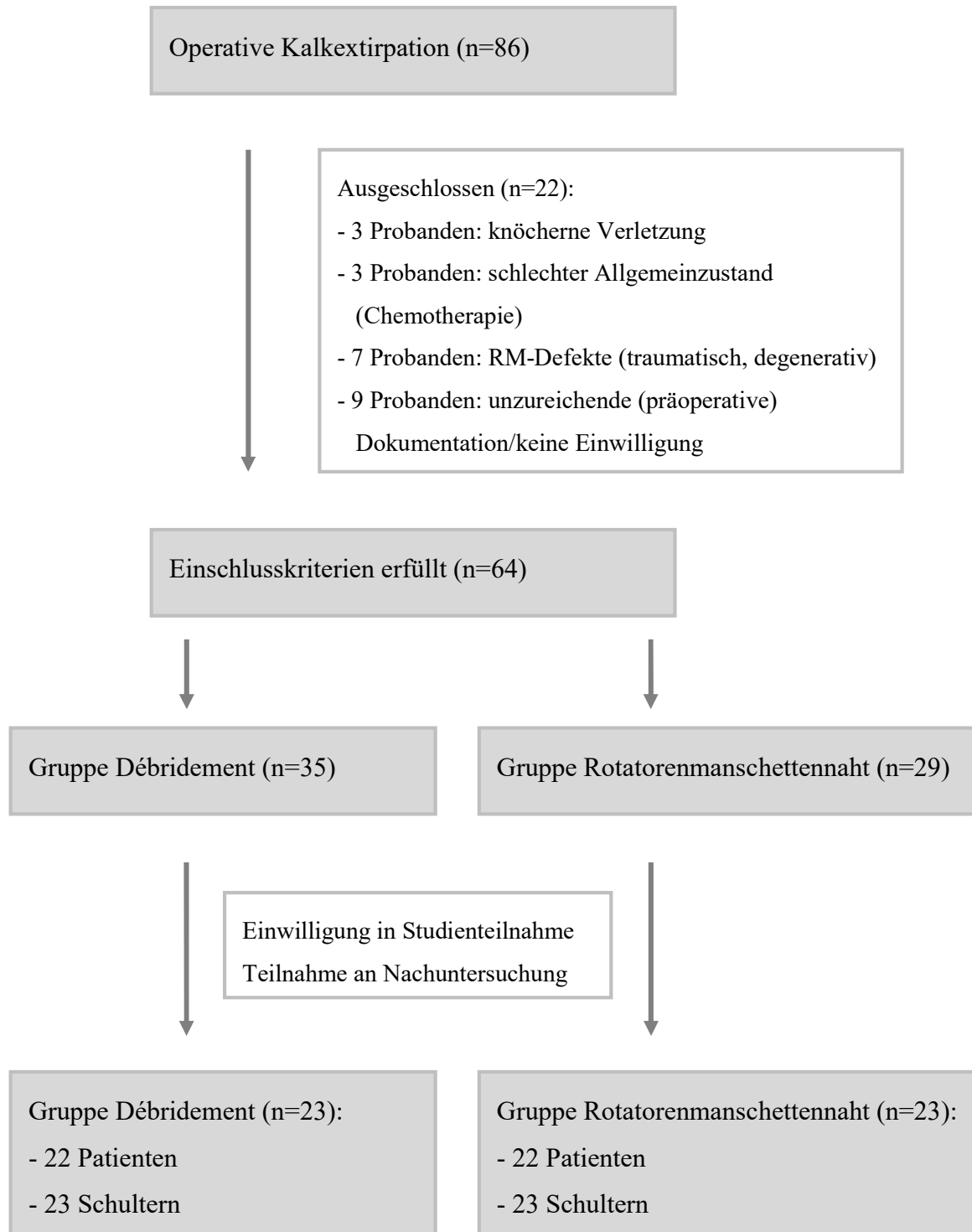


Abbildung 13: Zusammensetzung unseres Patientenkollektivs.

Die Ein- und Ausschlusskriterien zur Studienteilnahme wurden wie folgt definiert:

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operationszeitraum: 2007 bis 2015</li> <li>- Arthroskopische Prozedur: Kalkdepotentfernung, Débridement oder Naht der Rotatorenmanschette</li> <li>- Einwilligung per Unterschrift in die Teilnahme an der Studie nach ausführlicher mündlicher und schriftlicher Aufklärung</li> <li>- Für Röntgendiagnostik: Beschwerden, deren Abklärung das Anfertigen von Röntgenbildern bedarf, um weitere Therapieoptionen aufzeigen zu können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Großer präoperativer Rotatorenmanschettendefekt</li> <li>- Omarthrose</li> <li>- Septische Schulterarthritiden</li> <li>- Revisions- und Folgeeingriffe an der betroffenen Schulter aufgrund eines anderen, von der Tendinosis calcarea unabhängigen Krankheitsbildes, das die Ergebnisse der Nachuntersuchung verfälschen würde</li> <li>- Für Röntgendiagnostik: kumulative Strahlenbelastung und Beschwerdefreiheit</li> </ul>

**Tabelle 4: Ein- und Ausschlusskriterien zur Studienteilnahme.**

Alle Patientinnen/Patienten der Klinik für Orthopädie, Universitätsklinikum Homburg, mit Tendinosis calcarea, die arthroskopisch (Débridement oder Rotatorenmanschettennaht) in den Jahren 2007 bis Mitte 2015 behandelt wurden, erhielten eine Einladung zur Nachuntersuchung. Es war mangels Aktualität der Kontaktdaten (Adresse, Telefonnummer, Hausarzt, behandelnde Orthopäden) nicht möglich alle Patienten zu erreichen.

In dem genannten Zeitrahmen wurden 86 operative Eingriffe an der Schulter aufgrund einer Tendinosis calcarea durchgeführt (vergleiche Abbildung 13). Berücksichtigt man die Ein- und Ausschlusskriterien (siehe auch Tabelle 4), so kamen für eine Nachuntersuchung zunächst 22 Probanden nicht in Frage. Drei davon wegen einer knöchernen Verletzung und diesbezüglichen Eingriffen an der Schulter. Aufgrund eines schlechten Allgemeinzustandes im Rahmen von Chemotherapie konnten weitere drei Patienten nicht in die Studie aufgenommen werden. Zusätzliche sieben Probanden wurden wegen massiver Defekte der Rotatorenmanschette (traumatischer und degenerativer Genese) ausgeschlossen, bei denen die Exstirpation des Kalkdepots ergänzend zur eigentlichen Rekonstruktion der Rotatorenmanschette erfolgte, aber nicht im Vordergrund stand. Bei einer weiteren Patientin mit hereditärer sensomotorischer Polyneuropathie und starken körperlichen Einschränkungen

war eine aussagekräftige Nachuntersuchung ebenfalls nicht möglich. Nicht ausreichende (präoperative) Dokumentation, Rentenbegehren oder nicht vorhandene Einwilligung schlossen ebenfalls neun Patienten aus. Berücksichtigt man die operierten Patienten, die die Einschlusskriterien erfüllen, so kamen für eine Nachuntersuchung 64 Schultern in Frage. 44 Probanden (davon zwei, bei denen beide Schultern operiert wurden) willigten ein, sodass 46 Schultern am Universitätsklinikum des Saarlandes begutachtet wurden. Dies entspricht einer Nachuntersuchungsquote von circa 72%. Das Durchschnitts-Follow-up der Probanden lag bei 58,43 ( $\pm 26,77$ ) Monaten. Bei dem Patientengut handelte es sich um 31 weibliche und 13 männliche Studienteilnehmer.

Die Nachuntersuchung umfasste eine aktuelle Anamnese gefolgt von einer schulter-spezifischen klinischen Untersuchung. Dokumentiert wurden die erhobenen Befunde mittels eines Anamnese- und Untersuchungsbogens, dem Constant- und ASES Score, der Visuellen Analogskala (Schmerz, Funktion, Zufriedenheit, Stabilität) und des Simple Shoulder Tests.

Des Weiteren fand soweit möglich postoperativ eine MRT-Diagnostik statt. Bei klinisch auffälligen Patienten war zusätzlich das Anfertigen von Röntgenbildern indiziert.

In die Beurteilung des einzelnen Probanden flossen zusätzlich präoperative Befunde (klinische Untersuchung, Röntgen und MRT), intraoperative Dokumentationen (OP-Protokolle, Röntgen und Arthroskopiebilder) sowie unmittelbar postoperativ angefertigte Röntgenbilder ein.

### 3.1.1 Präoperativer Patientenstatus

Durch retrospektives Aktenstudium und die im Archiv vorliegenden präoperativ angefertigten Röntgenbilder wurde der Zustand der Patienten vor der Operation evaluiert. Ergänzt wurden die Befunde durch gezieltes Befragen der Patienten bei der Nachuntersuchung.

So konnten der Schmerzzustand, Bewegungsumfang, die Zufriedenheit und Ergebnisse der klinischen Untersuchung der Patienten vor der Operation dokumentiert werden. Auch die Einteilung der Kalkdepots nach Gärtner und Bosworth war bei allen Patienten möglich.

Bei allen Studienteilnehmern fand präoperativ eine konservative Therapie statt. Erfasst wurde die Art der konservativen Therapie, die von gezielter Krankengymnastik, Schonung und kurzfristigem Einsatz antiinflammatorischer/antiphlogistischer Medikamente, über subakromiale Infiltrationen und Stoßwellentherapie reichte. Erst bei chronischen Verläufen

mit Schmerzpersistenz und Einschränkung der Lebensqualität wurde ein operatives Vorgehen mit den Patienten besprochen und durchgeführt.

### 3.1.2 Operative Behandlung

<b>Noyes, Stabler [157] – Evaluation der Knorpeloberfläche:</b>		
I		Knorpeloberfläche intakt
	A	Mit geringem Verlust der Widerstandskraft der Knorpeloberfläche
	B	Mit exzessivem Verlust der Widerstandskraft der Knorpeloberfläche
II		Knorpeloberfläche beschädigt: Risse, Auffaserungen, Fragmentierungen
	A	<50% der Knorpeloberfläche betroffen
	B	50-100% der Knorpeloberfläche betroffen
III		Subchondraler Knochen liegt frei
	A	Knöcherner Oberfläche intakt
	B	Knöcherner Oberfläche beschädigt (Hohlraumbildung)
<b>Snyder [195] – Evaluation der Rotatorenmanschette:</b>		
A		Partialläsion artikulärseitig
B		Partialläsion bursaseitig
C		Komplette Ruptur
I°		<1cm
II°		1-2cm
III°		2-3cm
IV°		>3cm, komplex
<b>Snyder, Karzel, et al [196] – Evaluation von SLAP-Läsionen:</b>		
Typ I		Partieller Einriss des Labrums im Bereich der vorderen und hinteren Zirkumferenz
Typ II		Kompletter Abriss des Labrum-Bizepssehnen-Ankers im Bereich der vorderen-oberen und hinteren Zirkumferenz
Typ III		Korbhenkelartiger Abriss des Labrum glenoidale bei weitgehend intaktem Bizepssehnenankers
Typ IV		Korbhenkelartiger Abriss des Labrum glenoidale mit zusätzlichem Einriss im Ansatzbereich der langen Bizepssehne

**Tabelle 5: Klassifikation der intraoperativ erhobenen Befunde.**

Alle 46 nachuntersuchten Schultern wurden minimalinvasiv, das heißt mittels Arthroskopie, operiert. Dabei erfolgte bei den Patienten zunächst die Intubationsnarkose optional mit Plexuskatheter zur postoperativen Schmerzkontrolle und sie bekamen eine Antibiotika-Prophylaxe als Single shot mittels Cefuroxim 1,5g intravenös. Im Operationssaal wurden die Patienten in Beach-Chair-Position, einer Standardlagerung zur Schulterarthroskopie, positioniert. Nach sterilem Abwaschen, Abdecken und Aufzeichnen der anatomischen

Landmarken folgte ein posteriorer Standardzugang (nach Johnson) mittels 30 Grad Winkeloptik zum Gelenk unter Verwendung isotoner Ringer-Laktat-Lösung als Druck-/Perfusionslösung. Durch den anterosuperioren Arbeitszugang wurde ein Tasthaken eingebracht und zunächst ein diagnostischer Rundgang zur Beurteilung des Glenohumeralgelenks und der Begleitstrukturen unter fortwährender Bilddokumentation durchgeführt. Dabei wurden die nachstehenden Befunde erhoben und auch anhand der in Tabelle 5 dargestellten Klassifikationen im Operationsprotokoll dokumentiert:

- Gelenkerguss (keiner, blutig, serös oder putride),
- Synovia (o.B, Synovitis lokal/general),
- Knorpelläsionen am Humerus (o.B., degenerativ Grad I-III, Hill-Sachs-Delle),
- Glenoid,
- Bizepssehnenanker (SLAP I-IV),
- lange Bizepssehne (Tendinitis, subluxiert, luxiert, partielle Ruptur, Ruptur),
- Rotatorenmanschette (SSP-/ISP-/SCP-, RI-Läsion, Snyder A-C und I-IV) und
- glenohumeraler Bandapparat.

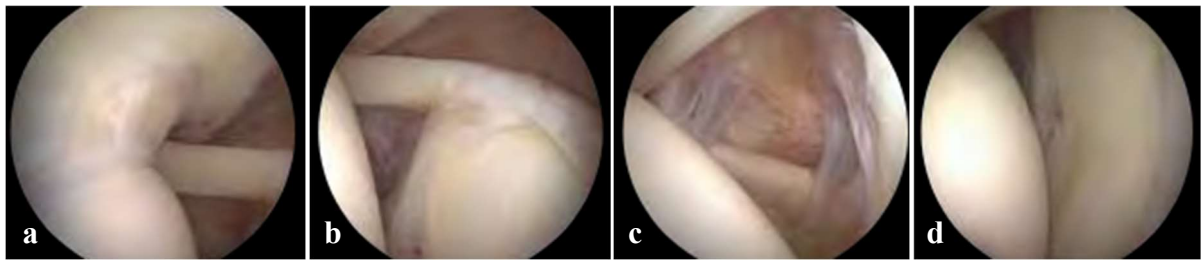
Die anatomischen Varianten wurden im späteren Verlauf behoben, je nach Befund waren Knorpelglättung, Mikrofrakturierung, partielle Synevektomie, SLAP-Glättung, SLAP-Repair, Kapselraffung, Bankart-Repair, Rotatorenmanschetten-Débridement, Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion (PASTA), Tenodesen/Tenotomie der langen Bizepssehne oder arthroskopische Arthrolyse indiziert. Mittels stumpfem Trokar wurde im Anschluss an den diagnostischen Rundgang des Glenohumeralgelenkes der Subakromialraum dargestellt und evaluiert: Bursa (entzündet, verwachsen), Akromion/laterale Clavicula (aufgefasert, verdickt, Sporn), Kalkdepot (SSP, ISP, SCP), AC-Gelenk (Osteophyten). Durch einen lateralen Arbeitszugang erfolgte bei den meisten Patienten die Resektion der Bursa subacromialis, genauer der entzündlich verdickten und hyperämischen Synovialisanteile der Bursa mit dem Synovialshaver sowie dem Vapor. Das während des diagnostischen Rundganges mit Nadeln/Fäden markierte Kalkdepot wurde erneut aufgesucht und mittels Tasthaken, Nadeln und selten auch durch Messer entleert. Ein motorisierter Shaver saugte den Inhalt des Depots ab. In der Regel schloss sich nach der Kalkentfernung eine röntgenologische Kontrolle zur Beurteilung von möglichem Restkalk an. Im Anschluss an die Entfernung des Kalkdepots erfolgte entweder das Débridement oder eine Rotatorenmanschettennaht der Sehne.

Optional bestand die Möglichkeit der subakromialen Dekompression bei Vorliegen eines mechanischen Impingements.

Das Gelenk wurde abschließend ausgiebig gespült, alle Instrumente entnommen und die Operationszugänge mittels Rückstichnähten nach Donati verschlossen.

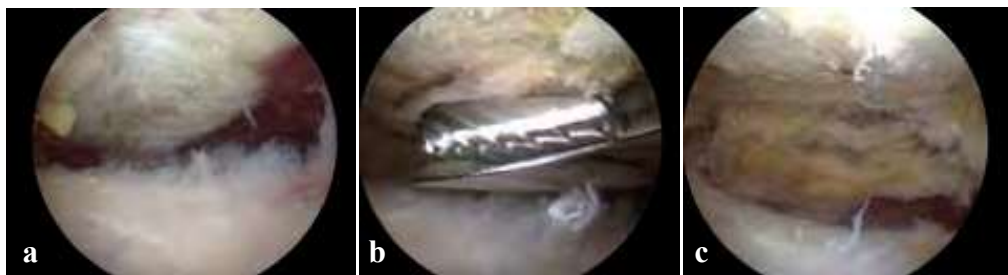
Die nachstehenden Abbildungen dokumentieren in der Bildzusammenstellung das operative Vorgehen.

Zunächst erfolgte der diagnostische Rundgang (Abbildung 14).



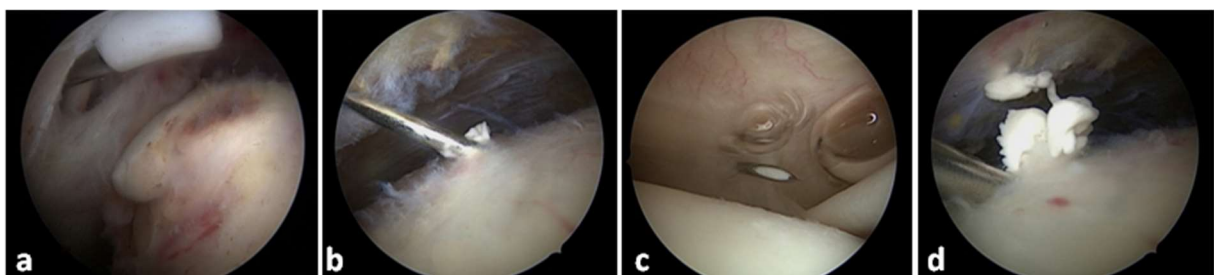
**Abbildung 14: Diagnostischer Rundgang Schultergelenk**, a: Rotatorenmanschette Übergang Humeruskopf, b: Lange Bizepssehne mit Ansatz, c: Labrum mit Kapselkomplex, d: Glenohumeraler Knorpelbelag [149].

Optional wurde während des operativen Eingriffs eine subakromiale Dekompression mit Hilfe einer zylinderförmigen Knochenfräse (Acromionizer) durchgeführt (Abbildung 15).



**Abbildung 15: Subakromiale Dekompression bei Akromionsporn** a: Präoperativer Befund, b: Akromioplastik mit der Fräse, c: postoperativer Befund nach subakromialer Dekompression [149].

Die Abbildung 16 verdeutlicht die Markierung des Kalkdepots durch Nadeln (optional auch Fäden), dessen Eröffnung sowie die Entleerung des Kalkherds (mit Hilfe eines scharfen Löffels, Synovialshavers oder Tasthakens).



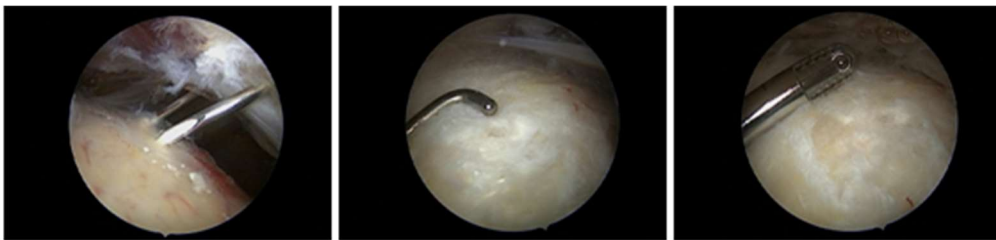
**Abbildung 16: Intraoperatives Kalkdepot**; a: Kalkdepot, b: Markierung des Kalkdepots von subakromial, c: Markierung des Kalkdepots von intraartikulär, d: Entleerung des Kalkdepots.

Nachstehend der protokollierte Defekt der Sehne nach Kalkextirpation (Abbildung 17).



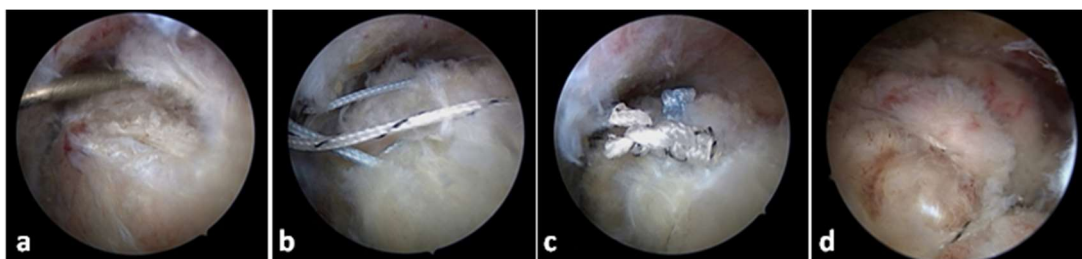
**Abbildung 17: Entstandener Defekt nach Kalkextirpation.**

Durch Débridement der Sehne mittels Shaver wurde das Sehngewebe geglättet (siehe Abbildung 18).



**Abbildung 18: Débridement der Sehne.**

Die Sehnen wurden entweder durch Seit-zu-Seit-Nähte versorgt und/oder durch ein Fadenankersystem stabil am Knochen fixiert. Dazu erfolgte zunächst das Vorlegen von Fäden und dann die spannungsfreie anatomische Refixierung mittels Nahtanker (in unserem Fall 4,75mm Bio-SwiveLock-Anker, Arthrex, Naples, USA) am zuvor angefrischten Knochen (vergleiche Abbildung 19).



**Abbildung 19: Rotatorenmanschettennaht; a-c: Naht des Defekts, d: Anatomische Rekonstruktion.**

Die Operationen im Schulterbereich zur Therapie der Tendinosis calcarea wurde von zwei erfahrenen Operateuren durchgeführt. Ein entscheidendes Kriterium, das letztendlich auch die Grundlage für diese Studie darstellte, war das bei den Operationen unterschiedliche Prozedere im Anschluss an die Entfernung des Kalkdepots. Unabhängig vom Ausgangsbefund bevorzugte der eine Operateur das reine Débridement und der andere erachtete eine additive Rotatorenmanschettennaht als vorteilhaft. Neben dem ausschließlichen Débridement der

Sehne nach Kalkextirpation fand demnach in anderer Konstellation die Naht des Rotatorenmanschettendefekts Anwendung. Nach diesem differenten Vorgehen wurde die Gruppeneinteilung der Studie zur Evaluation des Vorgehens nach einer Kalkdepotentfernung gewählt. Für die Vergleichbarkeit der beiden Gruppen ist ausschlaggebend, dass neben dem generell immer unterschiedlichen Verfahren der Operateure nach Kalkextirpation auch die jeweiligen untersuchten Gruppen ähnlich sind. Dies ist insofern gewährleistet, als dass in beiden Gruppen die Anzahl nachuntersuchter Schultern gleich ist (für jede Gruppe 23 Schultern). Der Frauenanteil überwog jeweils (64% bei den Débridierten und 77% bei den mit Naht Versorgten) und zum Operationszeitpunkt waren Débridierte mit im Schnitt 44,57 und mit Naht Versorgte 49,35 Jahre ähnlich alt. In beiden Gruppen waren präoperativ größtenteils Kalkdepots nach Gärtner I (Débridement: 83%, Rotatorenmanschettennaht 74%) und Bosworth II (Débridement 70%, Rotatorenmanschettennaht 52%) diagnostiziert worden.

### 3.1.3 Nachbehandlung

Für die Nachbehandlung der Patienten waren Krankengymnastik und bei Bedarf begleitende Analgesie postoperativ vorgesehen. Abhängig vom operativen Prozedere und der Beschwerdesymptomatik variierte die Nachbehandlung und wurde an die Bedürfnisse der Patienten angepasst.

Das Standardvorgehen nach Schulterarthroskopien umfasst in den ersten postoperativen Tagen medikamentöse Schmerztherapie, Kryotherapie (30 Minuten/3xTag) und Mobilisation der angrenzenden Gelenke.

Schmerzabhängige aktive und passive Mobilisation der Abduktion, Flexion und Außenrotation ohne Limitierung waren bei Patienten, die intraoperativ débridiert wurden, erlaubt. Die aktive Abduktion, Flexion und Außenrotation (gegen Widerstand) sollte für vier Wochen vermieden werden.

Bei additiver Rotatorenmanschettennaht trugen die Patienten für sechs Wochen einen Schulter-Immobilizer (Schulterabduktionskissen, Abbildung 20) [197], sie durften bis 90° Flexion/Abduktion, 20° Außenrotation passiv mobilisiert werden. Erst nach sechs Wochen wurde die aktive und passive schmerzabhängige Beweglichkeit freigegeben.



**Abbildung 20: Schulterabduktionskissen zur Nachbehandlung bei Rotatorenmanschettennaht [195].**



## 3.2 Studienablauf

Nach positivem Ethik-Votum (Kennnummer: 156/16) und Abschluss einer Wege-Unfallversicherung (siehe Anhang 9.3 Wege- Unfallversicherung) wurden alle eingeschlossenen Patienten telefonisch für eine Nachuntersuchung kontaktiert. Die Teilnehmer erhielten eine Patienteninformation (siehe Anhang 9.1 Patienteninformation) sowie mündliche Erläuterungen zum beabsichtigten Vorgehen. Dabei wurde das Forschungsvorhaben beschrieben, der Umfang der Untersuchung skizziert, Vor- und Nachteile der Teilnahme erläutert und allgemeine Informationen gegeben. Bestanden keine weiteren Fragen und willigten die Patienten in die Nachuntersuchung ein, so wurde dies durch Unterschrift des Studienteilnehmers auf der Einverständniserklärung (siehe Anhang 9.2 Einwilligungserklärung) dokumentiert.

## 3.3 Datenerhebung

Das aktuelle und präoperative Befinden der Patienten wurde durch gezieltes Erfragen und Aktenstudium ermittelt und in einen selbst erstellten Dokumentationsbogen (siehe Anhang 9.9 Zusätzlicher Schulterbogen) eingetragen, der auch für Aufzeichnungen der klinischen Untersuchung diente. Von besonderem Interesse waren die genauen Beschwerden der Patienten, Beginn und Verlauf der Schmerzsymptomatik, ob Nachtschmerz bestand und welcher Arm der dominante ist. Neben dem BMI wurden Nikotinkonsum sowie Diabeteserkrankungen vermerkt. Auch die Arten der konservativen Therapie (z.B. Krankengymnastik, Injektionen, Stoßwellentherapie) fanden Beachtung.

### 3.3.1 Visuelle Analogskala

Die Probanden bekamen zusätzlich eine Visuelle Analogskala vorgelegt (siehe Anhang 9.5 Visuelle Analogskala), durch die der Grad der Schmerzen vor der Operation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung erfasst wurde. „0“ drückt komplette Schmerzfreiheit, „10“ hingegen die obere Grenze und somit maximale Schmerzen aus. Auch die Schulterfunktion (0: keine Funktion, 10: optimale Funktion) und die Zufriedenheit (0: nicht zufrieden, 10: sehr zufrieden) vor der Operation und bei der Nachuntersuchung wurden berücksichtigt.

### 3.3.2 Simple Shoulder Test

Fragen des Simple Shoulder Tests	Ja	nein
1. Ist der betroffene Arm in Ruhe schmerzfrei?		
2. Können Sie von Seiten der Schulter her problemlos schlafen?		
3. Können Sie mit dem betroffenen Arm Ihr Hemd auf dem Rücken in die Hose stecken?		
4. Können Sie Ihre Hände mit zur Seite gestreckten Ellenbogen auf den Hinterkopf legen?		
5. Können Sie den gestreckten Arm auf Schulterhöhe heben?		
6. Können Sie mit gestrecktem Arm 500g auf Schulterhöhe heben?		
7. Können Sie mit gestrecktem Arm 4kg auf Scheitelhöhe heben?		
8. Können Sie seitlich am Körper mit dem betroffenen Arm 10kg tragen?		
9. Glauben Sie, dass Sie einen Tennisball mit dem betroffenen Arm seitlich vom Körper 10m weit werfen können?		
10. Glauben Sie, dass Sie einen Tennisball mit dem betroffenen Arm seitlich vom Körper 20m weit werfen können?		
11. Können Sie mit dem betroffenen Arm die Rückseite der Gegenschulter waschen?		

**Tabelle 6: Einzelne Fragen des Simple Shoulder Tests nach [135].**

Mit Hilfe des Simple Shoulder Tests wurde das Verhalten und mögliche Einschränkungen im täglichen Alltag evaluiert (siehe Tabelle 6: Einzelne Fragen des Simple Shoulder Tests und Anhang 9.6 Simple Shoulder Test). Anhand dieser zwölf geschlossenen Fragen, die mit „ja“ oder „nein“ zu beantworten sind, werden schmerz- und bewegungsbedingte Einschränkungen aufgezeigt und erfasst, wie belastbar der Arm gerade im alltäglichen Umgang ist [135].

## 3.3.3 ASES Score

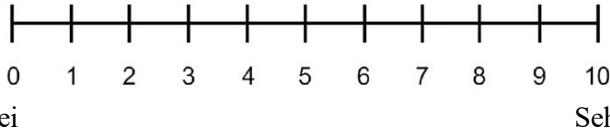
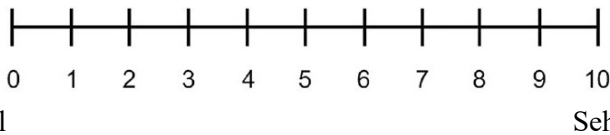
Haben Sie Schmerzen in der Schulter?	Ja	Nein						
Haben Sie nachts Schmerzen in der Schulter?	Ja	Nein						
Nehmen Sie Schmerzmittel ein (Ibuprofen, Aspirin, Paracetamol, etc.)?	Ja	Nein						
Wie viele (Schmerz-)Tabletten nehmen Sie jeden Tag ein (durchschnittlich)?								
Wie stark sind Ihre Schmerzen heute? 								
Fühlt sich Ihre Schulter instabil an (als ob sie herausspringen würde)?	Ja	Nein						
Wie instabil fühlt sich Ihre Schulter an? 								
<b>Aktivitäten:</b> Kreisen Sie bitte die Nummer ein, die am besten Ihre Fähigkeiten beschreibt, die folgenden Aktivitäten auszuführen: (0=unfähig, 1=fällt schwer, 2=etwas schwierig, 3=nicht schwierig)								
	<b>Rechter Arm</b>				<b>Linker Arm</b>			
1. Eine Jacke anziehen	0	1	2	3	0	1	2	3
2. Auf der schmerzhaften oder betroffenen Seite schlafen	0	1	2	3	0	1	2	3
3. Den Rücken waschen/den BH am Rücken schließen	0	1	2	3	0	1	2	3
4. Intimhygiene	0	1	2	3	0	1	2	3
5. Haare kämmen	0	1	2	3	0	1	2	3
6. Ein hohes Regal erreichen	0	1	2	3	0	1	2	3
7. 4,5kg über Schulterniveau heben	0	1	2	3	0	1	2	3
8. einen Ball werfen (überhand)	0	1	2	3	0	1	2	3
9. Gewohnte Arbeiten erledigen – welche:	0	1	2	3	0	1	2	3
10. Gewohnten Sport ausüben – welchen:	0	1	2	3	0	1	2	3

Abbildung 21: Dokumentationsbogen ASES Score nach [180].

Beim ASES Score, einem von American Shoulder and Elbow Surgeons entwickelten subjektiven, als zuverlässig und valide eingestuft [143] Bewertungsmaßstab, finden verschiedene Bereiche Berücksichtigung. Der Fragebogen (siehe Abbildung 21 und Anhang 9.7 ASES Score) umfasst Schmerzbeurteilung, unter anderem anhand einer Visuellen Analogskala, Beurteilung der Stabilität der Schulter und Angaben über zehn verschiedene Tätigkeiten. Für diese Aktivitäten werden Zahlen von 0 bis 3 vergeben (0=unfähig, 1=fällt schwer, 2=etwas schwierig, 3=nicht schwierig) [180].

Anhand des Auswertungsschlüssels ist im ASES Score ein Maximalwert von 100 erreichbar:

$$[(10 - \text{Wert der Analogskala Schmerz}) \times 5] + \left( \frac{5}{3} \times \text{Gesamtpunktzahl der Aktivitäten des täglichen Lebens} \right)$$

Die Zahlenwerte werden wie folgt beurteilt (Tabelle 7):

Punkte im ASES Score	Bewertung
100-86	hervorragend
85-71	gut
70-56	ausreichend
<55	schlecht

**Tabelle 7: Bewertung der erzielten Punkte im ASES Score.**

### 3.3.4 Constant Murley Score

Während die zuvor beschriebenen Tests vor allem subjektiv waren, so lässt der Constant Murley Score eine Kombination aus subjektiver und objektiver Bewertung zu (siehe auch Anhang 9.8 Constant Score). Vier Bereiche werden erfasst, für die insgesamt 100 Punkte vergeben werden können.

1. Das Vorliegen von Schmerzen anhand der Anamnese und durch Selbsteinschätzung (15 Punkte).
2. Die Aktivität unter Berücksichtigung der Arbeits- und Sportfähigkeit, des Schlafverhaltens und in welchem Bereich der Arm schmerzlos bewegt werden kann (20 Punkte).
3. Die Beweglichkeit mit Flexion, Abduktion, Außenrotation, Innenrotation (40 Punkte).
4. Kraftmessung mittels Isobex-Messgerät (25 Punkte).

Hierbei wird das Messgerät am Boden fixiert, der Patient fasst in die Schlaufe des daran befestigten Gurtes, sodass dieser am Handgelenk zum Liegen kommt. Der im Ellenbogen gestreckte Arm wird um 90° abduziert, um circa 15-30° horizontalflektiert und innenrotiert. Für fünf Sekunden soll der Proband seinen Arm mit maximaler Kraft und damit den Gurt des Isobex-Gerätes nach kranial ziehen und diesen Vorgang mit kurzen Pausen fünfmal wiederholen.

Die vorliegende Referenztafel von C. R. Constant, in der die Normwerte für Frauen und Männer verschiedener Altersklassen vermerkt sind, diente als Grundlage zur Berechnung alters- und geschlechtsadaptierter Werte anhand von Umrechnungen in Prozentangaben (siehe Tabelle 8). Die Notwendigkeit der Anpassung an einen alters- und geschlechtsadaptierten Constant Murley Score kristallisierte sich bereits in vergangenen Studien heraus. So zeigte sich, dass die durchschnittlich erreichbare Kraft von schultergesunden Frauen geringer ist als die von Männern. Auch wurde von vielen Autoren [200], [211] thematisiert, dass mit steigendem Lebensalter die Kraft bei beiden Geschlechtern sinkt [19]. Viele Autoren empfehlen [7], [43] beziehungsweise verwenden obendrein einen modifizierten Constant Score [67]. Auch bei unseren Studienteilnehmern wurde neben dem direkt erhobenen „absoluten“ Constant Score der adaptierte „relative“ betrachtet.

<b>Alter [in Jahren]</b>	<b>Durchschnittlicher Punktwert Frauen</b>	<b>Durchschnittlicher Punktwert Männer</b>
21-30	97	98
31-40	90	93
41-50	80	92
51-60	73	90
61-70	70	83
71-80	69	75
81-90	64	66
91-100	52	56

**Tabelle 8:** Werte zur Berechnung des geschlechts- und altersadaptierten Constant Scores [42], [43].

## 3.4 Klinische Untersuchung

### 3.4.1 Inspektion

Am entkleideten Oberkörper wurde auf oberflächlich erkennbare Verletzungszeichen, Narben und Entzündungszeichen geachtet. Auch das allgemeine Bewegungsverhalten, vor allem eine schmerzbedingte Schonhaltung oder Einschränkungen des Bewegungsablaufes, fanden Berücksichtigung. Im Fokus stand des Weiteren die Beurteilung des Muskelreliefs, das hinsichtlich Atrophien (zum Beispiel des SSP, ISP, Deltoideus, Trapezius) und allgemeinen Asymmetrien begutachtet wurde.

### 3.4.2 Palpation

Bei einer initial oberflächlichen Palpation wurde auf Entzündungszeichen (Überwärmung, Schwellung) geachtet und anschließend wurden detailliert Muskel- und Knochenstrukturen bewertet. Die Palpation erfolgte vom Sternoclaviculargelenk entlang der Clavicula in Richtung Akromion. Getastet wurden darüber hinaus der Processus coracoideus (Ursprung Caput breve des Musculus biceps und Musculus pectoralis minor), das Tuberculum minus (Ansatz Musculus subscapularis), Tuberculum majus (Ansatz Musculi supraspinatus, infraspinatus, teres minor), der Sulcus bicipitalis (Verlauf der langen Bizepssehne) und die Skapulakontur.

### 3.4.3 Beweglichkeitsprüfung

Anhand der Neutral-Null-Methode wurden alle Freiheitsgrade des Glenohumeralgelenkes untersucht. Physiologischerweise umfasst der Bewegungsumfang der Schulter unter Mitbeteiligung des Schultergürtels in Ante-/Retroversion:  $170^{\circ}/0^{\circ}/40^{\circ}$ , Ad-/Abduktion:  $40^{\circ}/0^{\circ}/160^{\circ}$  und in Innen-/Außenrotation:  $100^{\circ}/0^{\circ}/80^{\circ}$  [5]. Die Ergebnisse wurden jeweils im Vergleich zur gesunden Seite ermittelt und dokumentiert.

Das Ausmaß der Beweglichkeit war auch Teil des Scores nach Constant und Murley.

### 3.4.4 Funktionelle Tests der Rotatorenmanschette

Bei den funktionellen Tests der Rotatorenmanschette wurde ermittelt, ob sie positiv (vorgegebene Bewegung nicht möglich) oder negativ waren (Bewegung möglich). Überdies betrachtete man, inwieweit das Ausführen des Tests schmerzhaft war. Nachfolgend werden verschiedene Tests zur Evaluation der Rotatorenmanschette aufgezeigt.

#### Jobe-Test

Dieser Test dient der Beurteilung des Musculus supraspinatus. Der im Ellenbogengelenk gestreckte Arm des Patienten wird im Schultergelenk um  $90^{\circ}$  abduziert und um circa  $30^{\circ}$  horizontalflektiert [53]. Dann erfolgt die Innenrotation des Armes, sodass der Daumen nach unten Richtung Boden zeigt [53]. Zunächst wird in dieser Position die Haltefunktion getestet. Ist diese intakt übt der Untersucher Druck von kranial auf den Patientenarm aus, während der Patient versucht die Arme gegen den Widerstand weiter zu abduzieren (Abbildung 22) [112].

Ist es dem Patienten nicht möglich diese Bewegung gegen Widerstand auszuführen, spricht das für eine Funktionsstörung im Bereich des Musculus supraspinatus (z.B. Bursitis subacromialis, Tendopathie oder Ruptur). Dabei handelt es sich um einen positiven Jobe-Test. Bei dem Krankheitsbild der Tendinosis calcarea ist das Kalkdepot am häufigsten im Sehnenansatzbereich des Musculus supraspinatus lokalisiert, sodass dieser Test vor allem hier eine Relevanz hat.



**Abbildung 22: Jobe-Test [112].**

### 0°-Abduktionstest

Der Arm wird seitlich vom Körper weggeführt. Diese Abduktionsbewegung erfolgt gegen Widerstand des Untersuchers (Abbildung 23) und ermöglicht Rückschlüsse auf Veränderungen der Supraspinatussehne [53].



**Abbildung 23: 0°-Abduktionstest [112].**

### Lift-Off-Test

Zur Beurteilung des Musculus subscapularis führt der Patient bei diesem Test die geöffnete Hand auf seinen Rücken [53]. Wird diese Position erreicht und ist die Haltefunktion intakt, so übt der Untersucher nach ventral Druck gegen die Handfläche des Patienten aus, der versuchen soll, gegen den Widerstand seine Hand vom Rücken wegzubewegen (Abbildung 24). Ein positiver Lift-Off-Test spricht für eine Funktionsstörung im Bereich des Musculus subscapularis [53].



**Abbildung 24: Lift-Off-Test [112].**

### Belly-Press/Napoleon-Test

Dieser Test dient ebenfalls der Untersuchung des Musculus subscapularis. Der Arm des Patienten wird im Ellenbogen um 90° flektiert und die Handfläche auf den Bauch gelegt [112]. Kann diese Position gehalten werden, so wird der Patient gebeten mit seiner Hand gegen den eigenen Bauch zu drücken und „gleichzeitig den Ellenbogen so weit wie möglich nach ventral zu bewegen“ [112].

Anhand des Winkels der Flexion im Handgelenk lassen sich Rückschlüsse auf das Ausmaß der Schädigung der Subscapularissehne ziehen. Beträgt der Winkel 90°, so wird es als Hinweis auf eine komplette Ruptur gesehen [53]. Bei 30-60° ist eine Läsion der oberen zwei Drittel der Subscapularissehne zu erwägen (siehe auch Abbildung 25) [53].

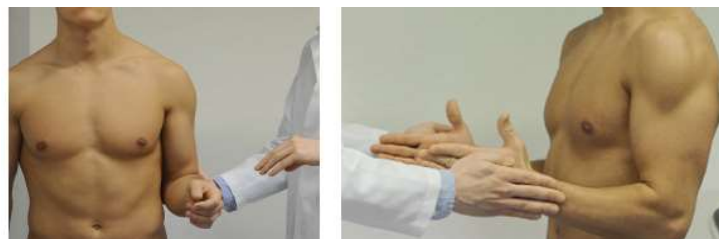


**Abbildung 25: Belly-Press-Test [53], [112].**

### Außenrotation gegen Widerstand

Um Rückschlüsse auf die Funktionalität der Infrapinatussehne ziehen zu können, bittet der dorsal des Patienten stehende Untersucher diesen seinen Arm im Ellenbogen um 90° zu beugen. Der Handrücken des Patienten zeigt nach außen und soll, nachdem eine ausreichende Haltefunktion vorlag, gegen den Widerstand des Untersuchers nach außen bewegt werden (Abbildung 26) [112].

Ist es nicht möglich diese Außenrotation auszuführen, spricht dies für einen positiven Test und somit für eine Läsion des Musculus infrapinatus.



**Abbildung 26: Außenrotation gegen Widerstand [112].**

## 3.4.5 Funktionelle Tests der Bizepssehne

Der Verlauf der langen Bizepssehne, beginnend am Tuberculum supraglenoidale der Skapula durch den Sulcus intertubercularis des Humerus, geht häufig mit Irritationen in diesem



Bereich einher. Um Hinweise auf Pathologien im Bereich der Bizepssehne zu erhalten wurden nachfolgende Tests angewandt.

### Palm-Up-Test

Der „im Ellenbogengelenk gestreckte und supinierte Arm wird in [...] Flexionsrichtung“ [112] gebracht. Wird diese Position vom Patienten gehalten, kann am palmaren Handgelenk nach kaudal Druck ausgeübt werden, während der Patient den Arm in Flexionsrichtung aus 60-90° anhebt (Abbildung 27) [112].

Schmerzen im Sulcus intertubercularis oder die Unfähigkeit gegen Widerstand die beschriebene Bewegung auszuführen sprechen für eine Pathologie der langen Bizepssehne [112]. Auch bei Subacromialsyndromen und „Läsionen der Intervallzone der Rotatorenmanschette“ kann der Test positiv sein [112].



**Abbildung 27: Palm-Up-Test [112].**

### O'Brien-Test

Der im Ellenbogen gestreckte Arm wird innenrotiert, sodass der Daumen nach unten zeigt [53]. Des Weiteren werden eine Anteversion um etwa 90° und eine Adduktion um 10-15° durchgeführt [148]. Am distalen Unterarm übt der Untersucher nach kaudal Druck aus, während der Patient dagegenhält [53]. Anschließend wird der Arm maximal außenrotiert und erneut Druck nach kaudal gegen Widerstand aufgebaut (Abbildung 28) [53].

Bei Ausübungsunfähigkeit und Schmerzen, die aber in Supination nachlassen, spricht man von einem positiven O'Brien-Test [53]. Dies ist ein Hinweis auf eine Bizepspathologie (vor allem eine SLAP-Läsion) [112].



**Abbildung 28: O'Brien-Test [112]**

### 3.4.6 Impingement – Tests

Ursächlich für Impingement Beschwerden ist eine Verengung des subakromialen Raumes und/oder des subkorakoidalen Raumes. Die in der Folge beschriebenen Tests dienen der Impingement-Diagnostik.

#### Painful-arc-Test

Bei diesem Test, der auch als „schmerzhafter Bogen“ bezeichnet wird, soll der Arm des Patienten abduziert und eleviert werden (siehe Abbildung 29).

Ein positiver Painful-arc-Test liegt vor, wenn diese Bewegung schmerzhaft ist. Eine Schmerzproblematik zwischen 60-120° deutet auf ein subakromiales Impingement hin [53], im Bereich von 120-170° auf Pathologien des Akromioclaviculargelenkes [77]. Schmerzen während des gesamten Bewegungsablaufes sind unspezifisch und treten beispielsweise bei glenohumeralen Pathologien wie Arthrose oder einer Frozen shoulder auf.

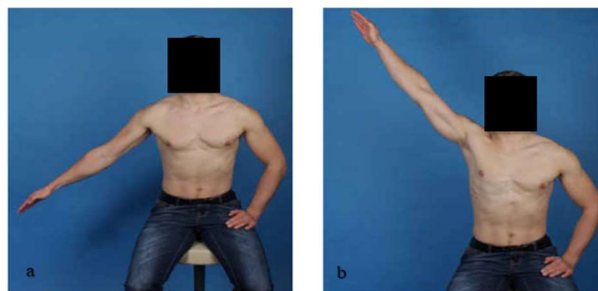


Abbildung 29: Painful-arc; a: bei 60°, b: bei 120° [53].

#### Neer-Test

Der leicht innenrotierte Arm wird vom Untersucher, der zugleich die Skapula des Patienten fixiert, langsam anteversiert (vergleiche Abbildung 30) [112].

Als positiv bezeichnet man den Test, wenn Schmerzen bei Anteversion zwischen 90° und 120° und Schmerzreduktion bei Außenrotation vorliegen. Er ist Indikator für ein Impingementsyndrom [53].



Abbildung 30: Neer-Test [112].

### Hawkins-Kennedy-Test

Eine Anteversion um 90° und 90° Beugung im Ellenbogengelenk sind Ausgangsposition dieser Untersuchung [53]. Distal wird das Handgelenk umgriffen und der Unterarm, ähnlich einer Kraubewegung, innenrotiert (Abbildung 31) [112]. Dadurch kommt es zur Innenrotation im Schultergelenk, die bei Vorliegen eines Impingement-Syndroms (subakromial oder subkorakoidal) in der Regel schmerzhaft ist [53].



**Abbildung 31: Hawkins-Kennedy-Test [112].**

## 3.5 Bildgebende Diagnostik

### 3.5.1 Röntgen

Berücksichtigung fanden alle präoperativ und direkt postoperativ angefertigten Röntgenbilder.

Bei der Nachuntersuchung wurde die röntgenologische Diagnostik nur durchgeführt, wenn eine Schulterproblematik vorlag, die das Anfertigen von Röntgenbildern erforderte. Eine röntgenologische Diagnostik bei klinisch auffälligen Patienten war insofern zwingend notwendig, da sich bei den Patienten mit Tendinosis calcarea postoperativ die Frage stellte, ob es (im Falle einer unvollständigen Kalkresorption intraoperativ) zu einer kompletten oder partiellen Resorption kommt und inwiefern sich möglicher Restkalk in der Sehne auf das klinische Ergebnis auswirkt. Durch Röntgenbilder lässt sich potentiell relevanter Restkalk, beziehungsweise gegebenenfalls neu entstandener Kalk, am besten darstellen und am genauesten lokalisieren.

Die Röntgendiagnostik umfasste, wie eingangs näher beleuchtet, Aufnahmen in drei Ebenen (true a.p., axial, outlet view). Für den jeweiligen Patienten, bei dem die Schulter in drei Ebenen geröntgt wurde, fiel eine Strahlenbelastung von circa 0,013 mSv an.

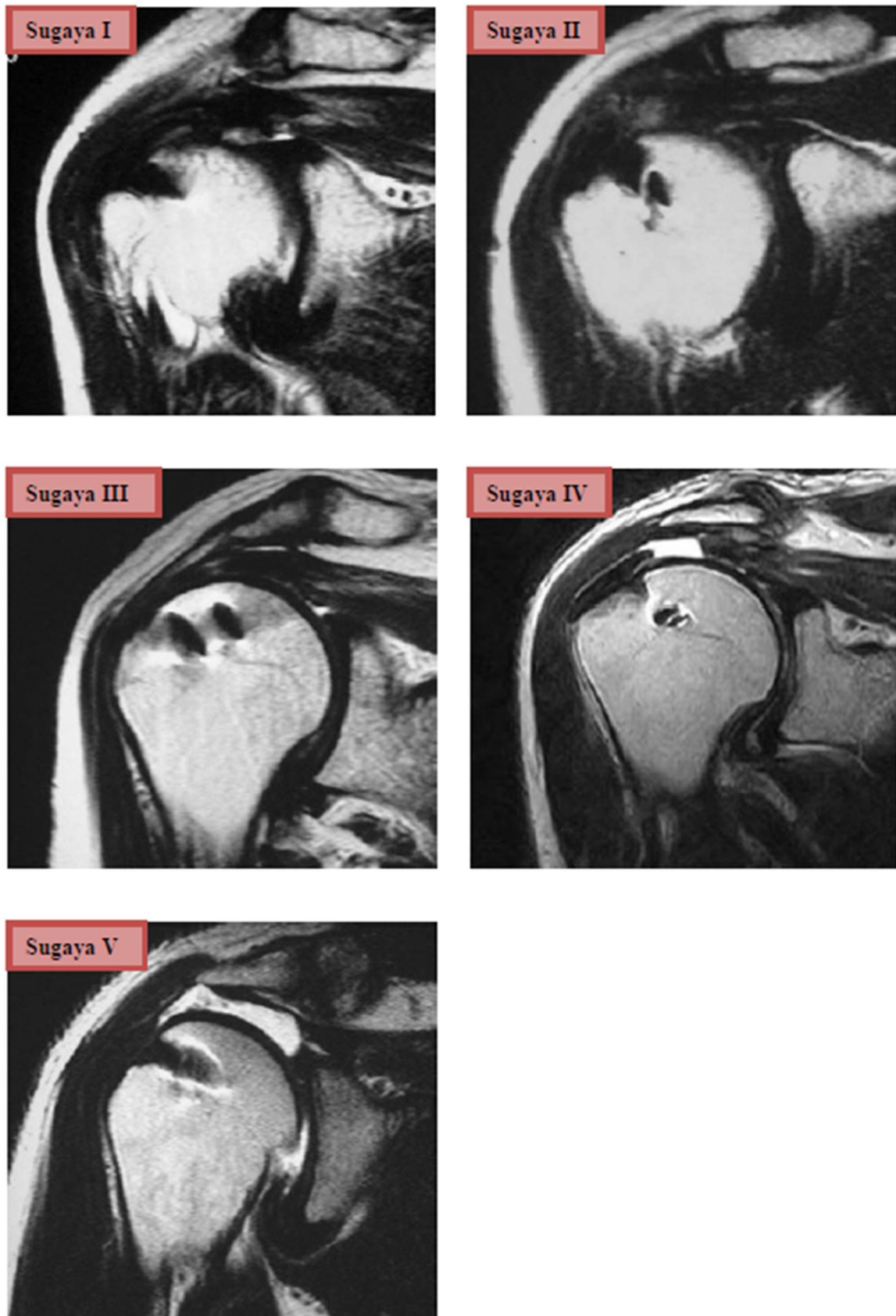
Beurteilt wurden die Röntgenbilder anhand der Klassifikation nach Bosworth und Gärtner, die bereits im Themenblock „Einführung“ beschrieben wurden.

### 3.5.2 MRT

Bei der Auswertung der MRT-Befunde wurde die Integrität der Rotatorenmanschette evaluiert.

Hierbei fand die Einteilung nach Sugaya Anwendung (Klassifikation gemäß Sugaya et al. [199], siehe Abbildung 32). Sie umfasst Stufen I-V, die in der Folge dargestellt sind:

- I. Suffiziente Dicke der rekonstruierten Sehne, Sehnenkontinuität erhalten, homogene niedrige Signalintensität im Vergleich zu normalen Sehnen.
- II. Suffiziente Dicke der rekonstruierten Sehne, Sehnenkontinuität erhalten, teilweise Gebiete mit höherer Signalintensität.
- III. Sehnendicke um mindestens die Hälfte vermindert, Sehnenkontinuität erhalten (Hinweis auf einen partiellen Einriss).
- IV. Geringe Diskontinuität in einem oder zwei aufeinanderfolgenden MRT-Bildern in Sagittal- und Koronarebene (kleiner Riss durch die gesamte Sehne hindurch).
- V. Große Diskontinuität in mehr als zwei aufeinanderfolgenden MRT-Aufnahmen in Sagittal- und Koronarebene (mittlerer bis großer Riss durch die gesamte Sehne hindurch).



**Abbildung 32: Sugaya-Klassifikation:** zur Beurteilung der postoperativen Integrität der Rotatorenmanschette, modifiziert nach [199].

### 3.6 Statistische Auswertung

Zunächst wurden vorliegende Befunde und erhobene Werte anonymisiert in einer Microsoft Excel-Tabelle erfasst. Auf Grundlage dieser und zusammen mit dem Programm SPSS erfolgte die Verwaltung und statistische Auswertung.

Die deskriptive Statistik, gestützt durch SPSS, berücksichtigt übliche statistische Parameter (Mittelwert, Median, Standardabweichung, Minimum, Maximum). Sie schließt mit einer tabellarischen Zusammenfassung. Der graphischen Darstellung (Säulen-, Balkendiagramme) liegt Microsoft Excel zugrunde, die Verarbeitung metrisch skalierten Daten erfolgte mit Hilfe des Boxplots über SPSS [18].

Bei einfachen, nominalskalierten Variablen wurde die Analyse anhand des Chi-Quadrat-Tests bei SPSS durchgeführt. Die Auswertung höher skalierten Daten erfolgte durch die im Verlauf beschriebenen Verfahren.

Zur Signifikanzprüfung der erhobenen Werte zwischen beiden Probandengruppen wurden über SPSS die jeweiligen Variablen zunächst mit Hilfe des Shapiro-Wilk-Tests, Kolmogorov-Smirnov-Tests und durch eine graphische Darstellung auf Normalverteilung untersucht. Lag als Testresultat eine Normalverteilung vor, folgte eine Auswertung der Daten mit dem parametrischen Test, genauer dem t-Test. Konnte hingegen keine Normalverteilung angenommen werden, fand der nicht-parametrische Test für unverbundene Stichproben (Mann-Whitney-U-Test) Anwendung. Zur Beurteilung der statistischen Signifikanz zwischen erhobenen Werten innerhalb einer Gruppe, fand der Wilcoxon-Test Verwendung. Bei allen Analysen wurde das Signifikanzniveau mit  $p < 0,05$  definiert.

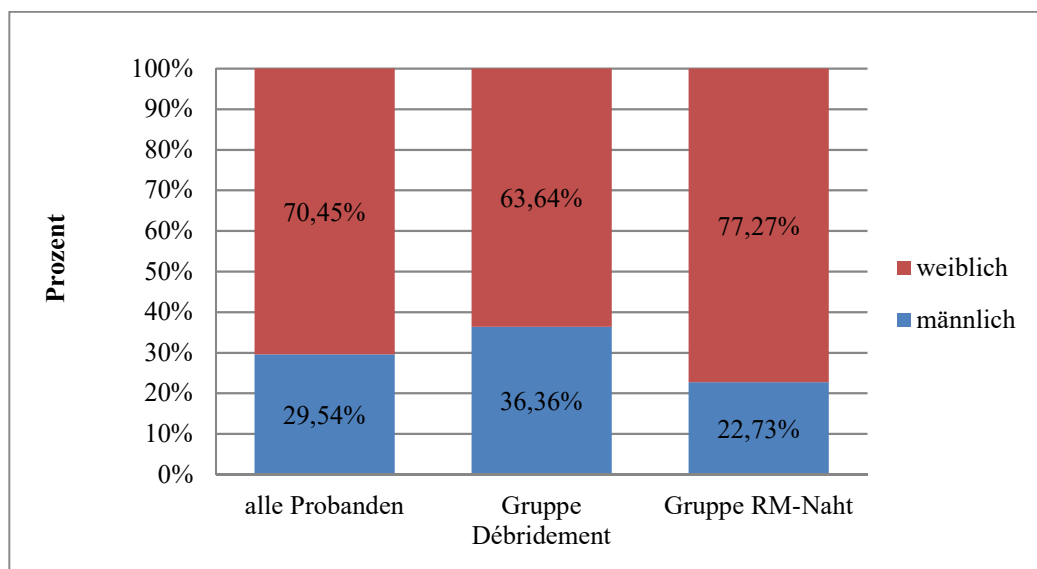
Zur Verbesserung der Vergleichbarkeit beider Gruppen in Bezug zur gängigen Literatur wurden bei den klinischen Scores aus den erhobenen Zahlenwerten Mittelwerte gebildet, da andere Autoren üblicherweise ihre Daten mit Hilfe von Mittelwerten auswerten.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Epidemiologische Daten und Patientengut

Operationsberichte zwischen 2007 und 2015 sprechen insgesamt von 86 aufgrund einer Tendinosis calcarea operierten Patienten. Wie bereits beschrieben (vergleiche 3.1 Patientengut) kamen für eine Nachuntersuchung, aufgrund der Ein- und Ausschlusskriterien, 64 Schultern in Frage, von denen letztendlich 46 (bei 44 Patienten) begutachtet wurden. Zum Operationszeitpunkt waren die Probanden zwischen 31 und 63 Jahre alt, im Schnitt 46,96 ( $\pm 8,02$ ). Das durchschnittliche Follow-up aller Nachuntersuchten betrug 58,43 ( $\pm 26,77$ ) Monate.

#### 4.1.1 Geschlechtsverteilung



**Abbildung 33: Geschlechtsverteilung der Nachuntersuchten.**

Von den nachuntersuchten Probanden waren 70% weiblich und 30% männlich (vergleiche Abbildung 33). Betrachtet man die einzelnen Gruppen, so betrug der Anteil débridierter und weiblicher Patienten 64%, der der Männer 36%. Die Patienten, die mit RM-Naht versorgt worden waren, wiesen eine Geschlechtsverteilung von 77% Frauen und 23% Männern auf. In beiden Gruppen überwog der Anteil weiblicher Probanden und bezüglich der Geschlechtsverteilung unterschieden sich beide Gruppen nicht statistisch signifikant.

#### 4.1.2 Alter

Das durchschnittliche Alter der Probanden zum Zeitpunkt der Operation betrug 46,96 Jahre. Der Alters-Mittelwert der Débridement-Gruppe lag dabei bei 44,57 ( $\pm 7,55$ ; min:31, max:55), der der RM-Naht-Gruppe bei 49,35 ( $\pm 7,91$ ; min:33; max:63) Jahren (siehe Abbildung 34). Hinsichtlich des Alters waren beide Gruppen miteinander vergleichbar.

Die Probanden gaben an, dass die Beschwerden im Mittel mit 45 Jahren und damit durchschnittlich zwei Jahre vor der Operation auftraten.

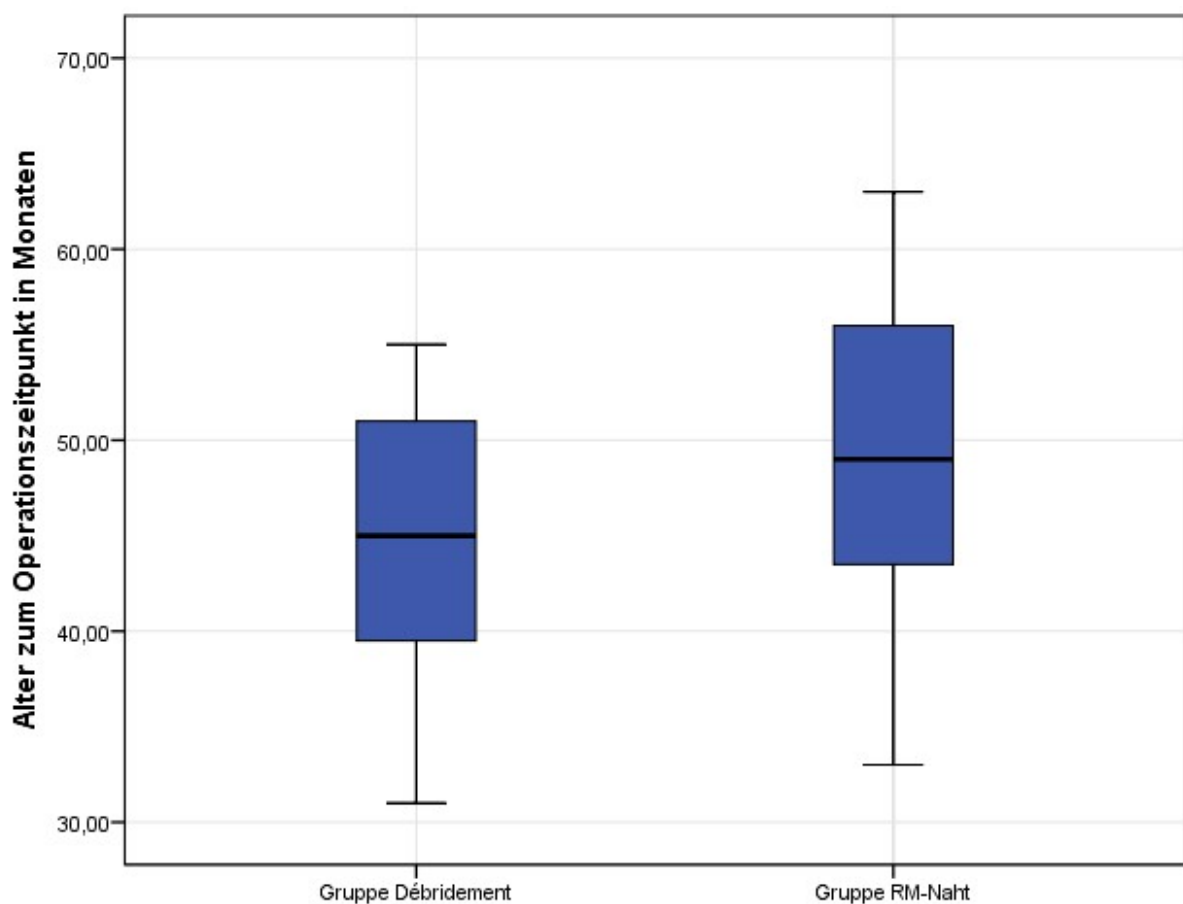


Abbildung 34: Altersverteilung der Gruppen Débridement und RM-Naht zum Operationszeitpunkt.

#### 4.1.3 Dominanz

Bei 76% aller Probanden lag eine Tendinosis calcarea am dominanten Arm vor. In der Débridement-Gruppe bei 74% und unter den mit Naht Versorgten bei 78% (Abbildung 35). Zwischen den beiden Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied hinsichtlich dieses Aspektes.



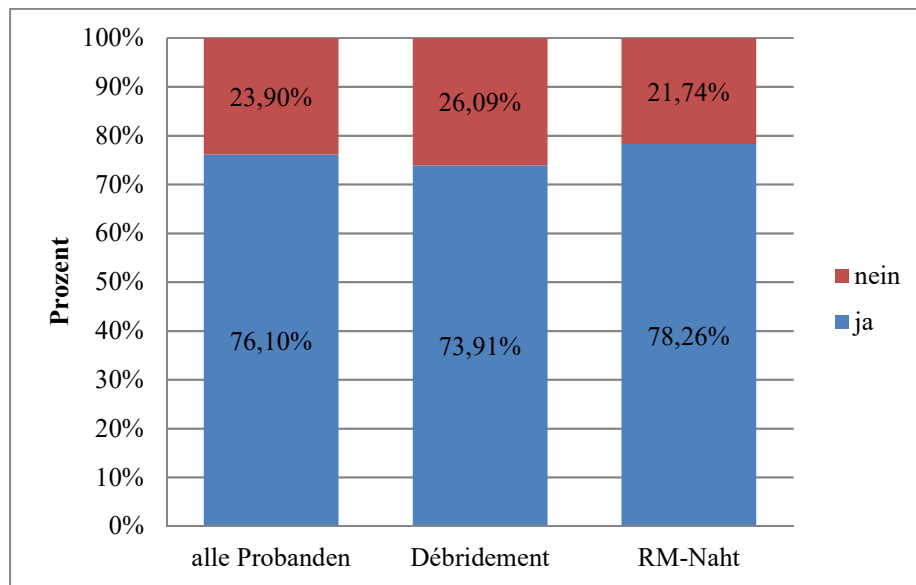


Abbildung 35: Beim nachuntersuchten Probanden ist der dominante Arm betroffen.

#### 4.1.4 Follow-up

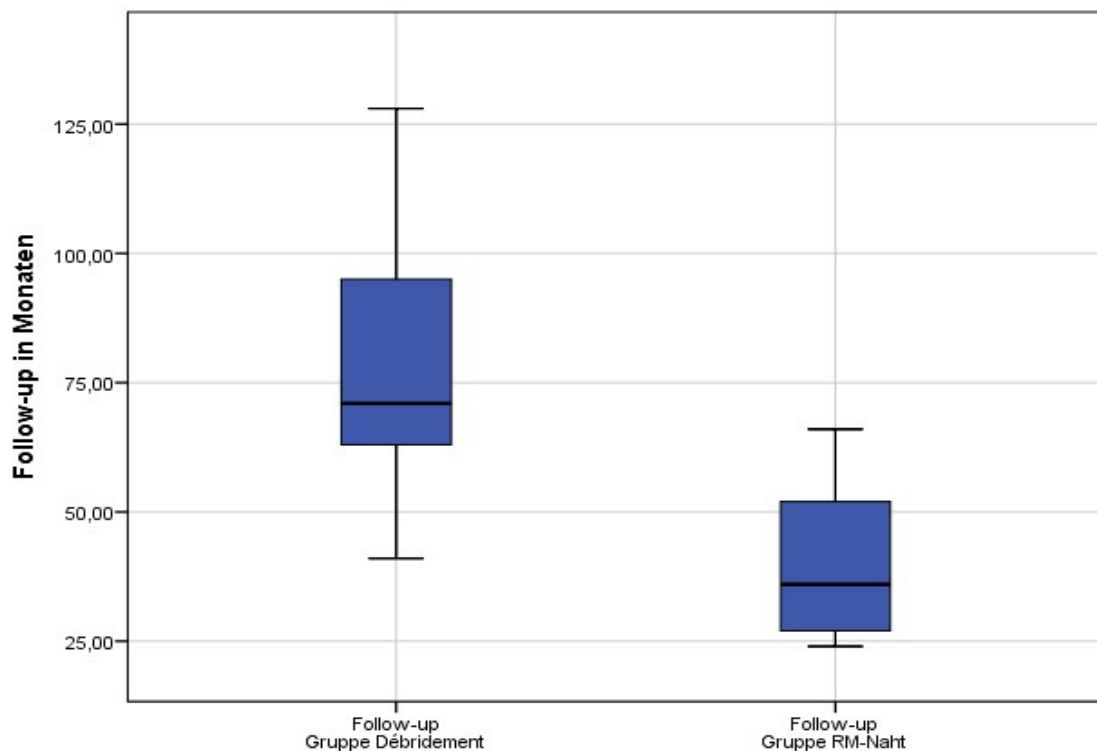


Abbildung 36: Follow-up vom Operationszeitpunkt bis zur Nachuntersuchung.

Kriterium für das Einbestellen der Patienten war ein Follow-up von mindestens zwei Jahren (24 Monate). Die débridierten Probanden waren nach circa 76,83 Monaten ( $\pm 23,23$ ; min:41; max:128) am Universitätsklinikum Homburg vorstellig (vergleiche Abbildung 36), die Gruppe mit RM-Naht nach durchschnittlich 40,04 Monaten ( $\pm 14,79$ ; min:24; max:66).

#### 4.1.5 Vergleichbarkeit beider Gruppen

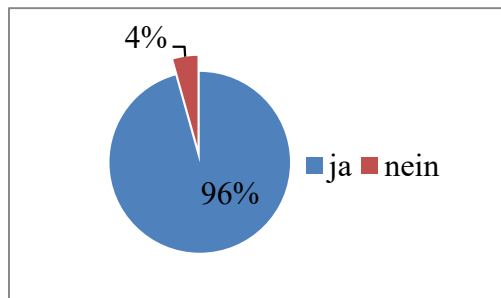
	Gruppe Débridement	Gruppe RM-Naht	Signifikanz
Geschlecht	Frauen:Männer 64%:36%	Frauen:Männer 77%:23%	(p=0,32)
Alter zum Operationszeit punkt	44,57 (range 31-55)	49,35 (range 33-63)	(p=0,06)
Dominanter Arm betroffen	74%	78%	(p=0,73)
Follow-up (in Monaten)	76,83 (range 41-128)	40,04 (range 24-66)	(p=0,000001)
VAS präop Schmerz Funktion Zufriedenheit	8,78 (range 7-10) 1,91 (range 0-4) 1,3 (range 0-6)	8,7 (range 7-10) 2,65 (range 0-8) 1,3 (range 0-2)	(p=0,75) (p=0,32) (p=0,28)
Gärtner präoperativ	Am häufigsten Gärtner I: 82,61%	Am häufigsten Gärtner I: 73,91%	(p=0,48)
Bosworth präoperativ	Am häufigsten Bosworth II: 69,57%	Am häufigsten Bosworth II: 52,17%	(p=0,23)

**Tabelle 9: Grundvoraussetzungen beider Gruppen im Vergleich.**

Bei Gegenüberstellung beider im Rahmen der Studie berücksichtigten Gruppen überwog jeweils der Anteil an Frauen (64% bei den Débridierten und 77% bei mit Naht Versorgten) und zum Operationszeitpunkt waren Débriderte im Schnitt 44,57 und mit Naht Versorgte 49,35 Jahre alt. Die präoperative Einteilung stellte in beiden Gruppen größtenteils Kalkdepots nach Gärtner I (Débridement: 83%, Rotatorenmanschettennaht 74%) und Bosworth II (Débridement 70%, Rotatorenmanschettennaht 52%) heraus (vergleiche auch 4.5.1 Röntgen). Hinsichtlich der präoperativen Eigeneinschätzung durch eine VAS für „Schmerz“, „Funktion“ und „Zufriedenheit“ sind Débriderte und mit Naht Versorge miteinander vergleichbar, da sich präoperativ für alle Bereiche keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen ergaben (vergleiche Tabelle 9).

Bezüglich des Follow-ups unterschieden sich Débriderte (76,83 Monate) und Probanden mit Rotatorenmanschettennaht (40,04 Monate) signifikant (p=0,000001).

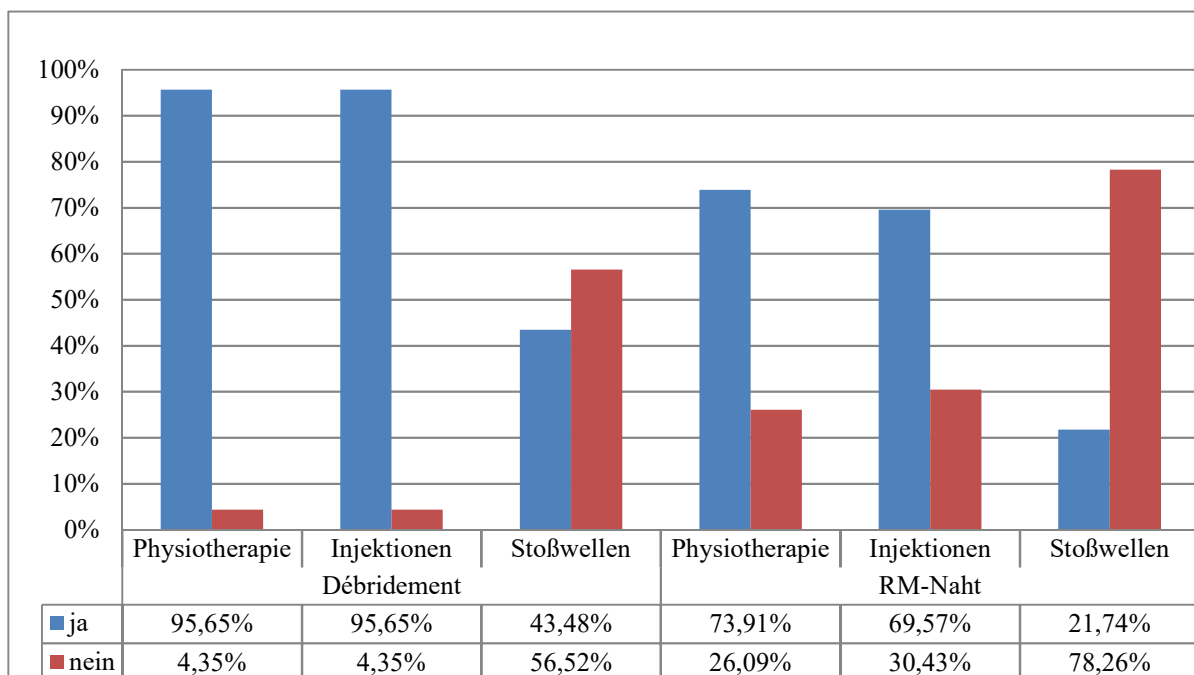
## 4.2 Präoperative Daten – Konservative Therapie



**Abbildung 37: Durchführung einer konservativen Therapie.**

96% aller nachuntersuchten Probanden versuchten das Krankheitsbild der Tendinosis calcarea zunächst konservativ zu behandeln (Abbildung 37). Besondere Berücksichtigung fanden dabei die Physiotherapie, Injektionen in die Schulter und auch die Stoßwellentherapie. Analysiert man die erhobenen Daten beider Gruppen (siehe Abbildung

38), so ließen sich 95,65% der Débridierten und 73,91% der Probanden mit RM-Naht im Vorfeld physiotherapeutisch behandeln. 95,65% (Gruppe Débridement) und 69,57% (Gruppe RM-Naht) erhielten Spritzen in die betroffene schmerzhafte Schulter. Zusätzlich versuchten 43,48% (Gruppe Débridement) beziehungsweise 21,74% (Gruppe RM-Naht) mit Hilfe der Stoßwellentherapie das Beschwerdebild zu bessern.



**Abbildung 38: Präoperativ angewandte konservative Therapien.**

## 4.3 Operation

Alle Probanden wurden minimalinvasiv arthroskopisch operiert. Nachstehend werden die bei unseren Studienteilnehmern intraoperativ erhobenen Befunde und durchgeführten arthroskopischen Therapien näher beleuchtet.

### 4.3.1 Intraoperativ erhobene Befunde

#### Gruppe Débridement

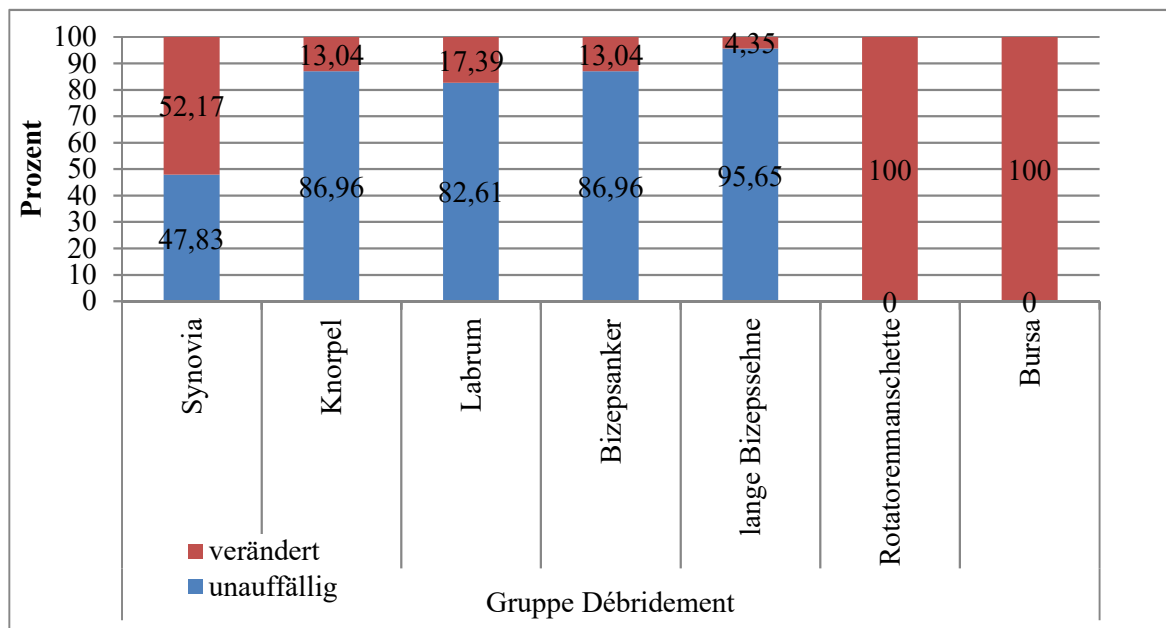


Abbildung 39: Intraoperativ erhobene Befunde - Gruppe Débridement.

Intraoperative Veränderungen (siehe Abbildung 39) lagen bei der Débridement-Gruppe in Bezug auf die Synovia im Sinne einer lokalen Synovitis in 52,17% der Fälle vor. Die beschriebenen Veränderungen am Knorpel mit 13,04% waren alle erstgradige (I°) und in 17,39% der Fälle war das Labrum aufgefasert. 13,04% der Probanden zeigten eine Abweichung der Norm am Bizepssehnenanker im Sinne einer SLAP I Läsion. In 95,65% der Fälle war die lange Bizepssehne intraoperativ unauffällig. Bei allen Patienten lag eine Veränderung der Rotatorenmanschette vor, in der das Kalkdepot lokalisiert war. Bei den hier als auffällig genannten Befunden handelte es sich zu 4,35% um Supraspinatusläsionen BII°, zu 4,35% um Supraspinatusläsionen AII° und zu 8,7% um Subscapularisläsionen AI°. Betrachtet man die Lage des Kalkdepots (vergleiche Abbildung 40), so war bei 95,65% der Musculus supraspinatus betroffen. In der Débridement-Gruppe hatte kein Proband ein Kalkdepot im Musculus subscapularis und nur 4,35% im Musculus infraspinatus. 100% der Probanden wiesen zum Operationszeitpunkt eine während des Eingriffs erkennbare Bursitis auf.

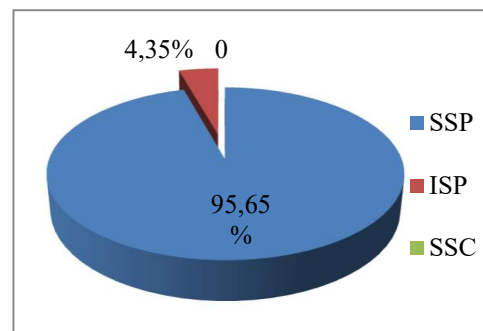


Abbildung 40: Gruppe Débridement - Lokalisation Kalkdepot.

### Gruppe Rotatorenmanschettennaht

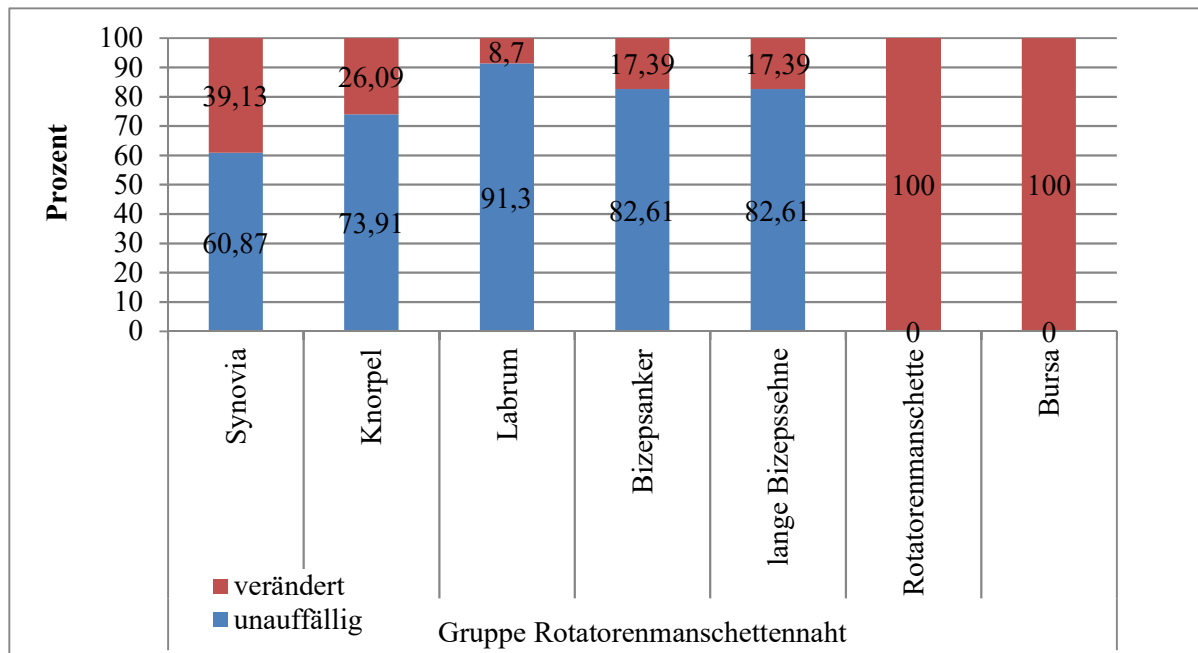


Abbildung 41: Intraoperativ erhobene Befunde - Gruppe Rotatorenmanschettennaht.

In der Gruppe mit Rotatorenmanschettennaht (siehe Abbildung 41) konnte bei 39,13% der Patienten eine intraoperativ sichtbare lokale Synovitis diagnostiziert werden. 26,09% wiesen erstgradige Knorpelveränderungen auf, bei 8,7% war das Labrum aufgefasert. 17,39% hatten eine SLAP Läsion des Bizepsankers und 17,39% eine Tendinitis der langen Bizepssehne. Bei allen Probanden war ein Muskel der Rotatorenmanschette von der Tendinosis calcarea betroffen. Am häufigsten mit 86,95% der Musculus supraspinatus, gefolgt vom Musculus infraspinatus mit 8,7%. Sehr selten, mit 4,35%, lag ein Kalkdepot im Musculus subscapularis vor (vergleiche Abbildung 42). Die Muskeln der Rotatorenmanschette wurden in 91,3% der Fälle nach Kalkextirpation als nicht intakt beschrieben und eine Naht schloss sich bei allen Probanden dieser Gruppe an. Bei den Defekten der Rotatorenmanschette, die nach Entfernung des Kalkdepots dokumentiert wurden, war die Mehrzahl mit 82,61% bursaseitig und wenige mit 4,35% artikulärseitig lokalisiert. Die meisten Defekte nach Kalkextirpation (47,83%) waren zwischen 1 und 2cm groß, gefolgt von Rissen <1cm in 39,13% der Fälle.

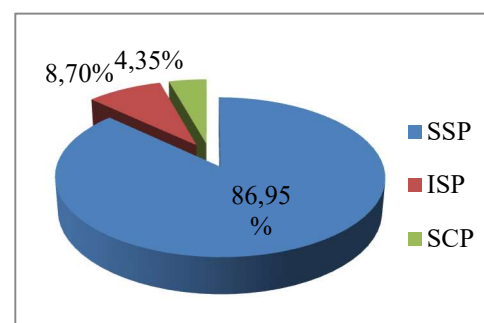
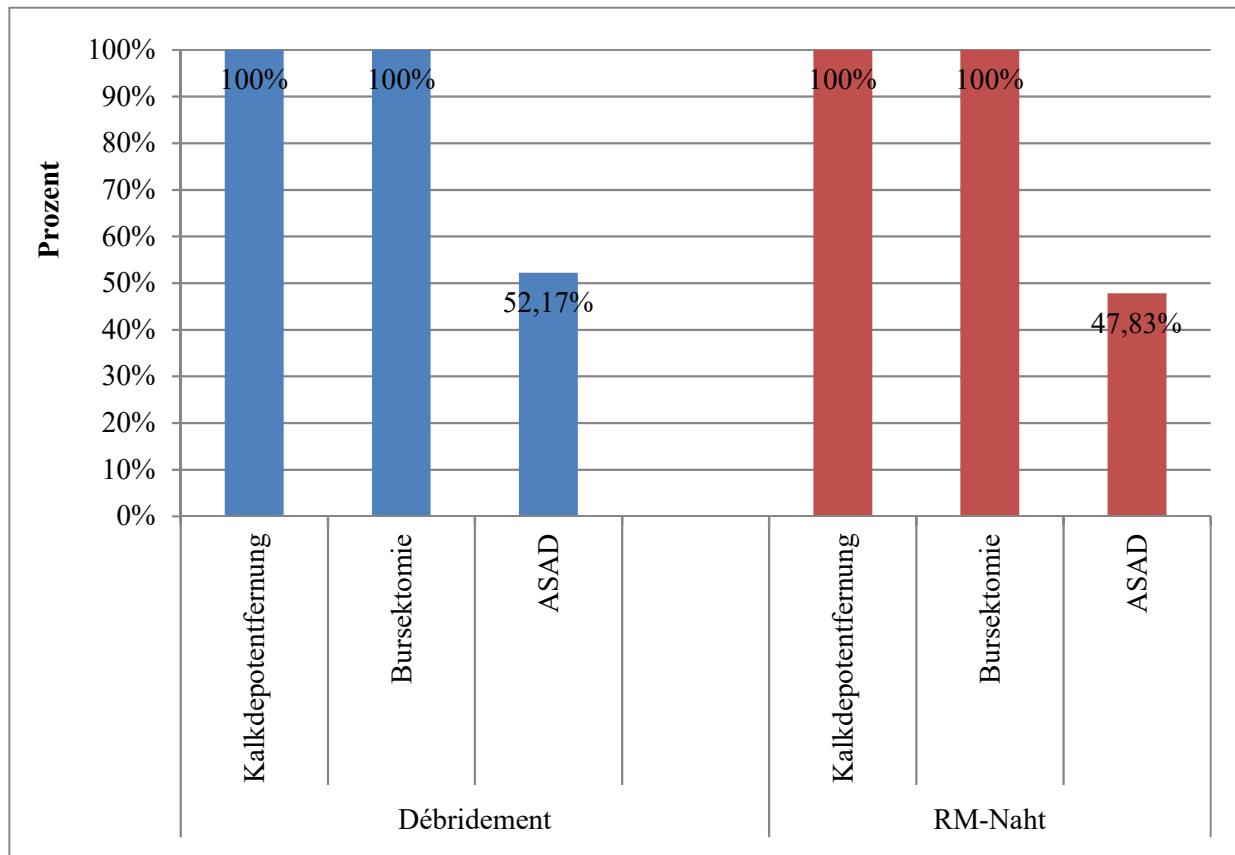


Abbildung 42: Gruppe RM-Naht - Lokalisation Kalkdepot.

### 4.3.2 Arthroskopische Therapien



**Abbildung 43: Intraoperativ durchgeführte arthroskopische Therapien beider Gruppen.**

Bei allen Patienten mit dem Krankheitsbild Tendinosis calcarea wurde der Kalkherd intraoperativ ausgeräumt. Der grundlegende Unterschied der Therapie, aus dem auch die Gruppeneinteilung der Studie resultiert, war das Vorgehen nach Kalkdepotentfernung. Die Hälfte der Patienten erhielt im Anschluss eine Naht des entstandenen Defekts, bei den anderen wurde die Sehne lediglich angefrischt und geglättet, also débridiert.

Als Begleitpathologie lag bei allen 46 operierten Schultern eine Bursitis vor. Therapeutisch wurde während des Eingriffs bei allen Patienten der Schleimbeutel entfernt (Bursektomie). Je nach intraoperativem Befund schloss sich bei 52,17% der Débridement-Patienten und bei 47,83% der RM-Naht-Probanden noch eine Akromioplastik (ASAD, Abschleifen des Akromions) an (vergleiche Abbildung 43).

## 4.4 Daten der Nachuntersuchung

### 4.4.1 Visuelle Analogskala

Die Visuelle Analogskala wurde für die in der Folge näher beschriebenen Unterpunkte „Schmerz“, „Funktion“, „Zufriedenheit“ und postoperative „Stabilität“ erhoben. Zunächst werden präoperative Befunde beider Gruppen und im Anschluss die Veränderungen innerhalb einer Gruppe betrachtet. Zuletzt werden die postoperativen Ergebnisse zwischen Débridierten und mit Naht Versorgten verglichen.

#### 4.4.1.1. Präoperativer Vergleich

Zwischen beiden Gruppen lagen präoperativ hinsichtlich der Visuellen Analogskala für „Schmerz“ ( $p=0,75$ ), „Funktion“ ( $p=0,32$ ) und „Zufriedenheit“ ( $p=0,28$ ) keine statistisch signifikanten Unterschiede vor. Dies belegt die nachstehende Tabelle 10:

Visuelle Analogskala		Gruppe Débridement			Gruppe RM-Naht			p
		$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max	
Schmerz	präop	8,78	7	10	8,7	7	10	0,75
Funktion	präop	1,91	0	4	2,65	0	8	0,32
Zufriedenheit	präop	1,3	0	6	1,3	0	2	0,28

Tabelle 10: VAS - präoperative Werte beider Gruppen im Vergleich.

#### 4.4.1.2. Postoperative Entwicklung innerhalb einer Gruppe

Das Befinden der Probanden besserte sich sowohl für Débridierte, als auch für mit Rotatorenmanschettennaht Versorgte im Vergleich zum präoperativen Befund in den Kategorien „Schmerz“, „Funktion“ und „Zufriedenheit“ statistisch hochsignifikant (siehe Tabelle 11).

Visuelle Analogskala	Gruppe Débridement			Gruppe RM-Naht		
	präop	postop	p	präop	postop	p
Schmerz	8,78	0,78	0,000024	8,7	0,13	0,000022
Funktion	1,91	8,78	0,000025	2,65	9,57	0,000037
Zufriedenheit	1,3	9,09	0,000018	1,3	9,83	0,000018

Tabelle 11: VAS – Entwicklung innerhalb einer Gruppe.

#### 4.4.1.3. Postoperative Ergebnisse im Vergleich

Tabelle 12 fasst die postoperativen Ergebnisse von Débridierten und Patienten mit Rotatorenmanschettennaht zusammen:

Visuelle Analogskala		Gruppe Débridement			Gruppe RM-Naht			p
		$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max	
Schmerz	postop	0,78	0	3	0,13	0	1	0,007
Funktion	postop	8,78	6	10	9,57	8	10	0,008
Zufriedenheit	postop	9,09	2	10	9,83	9	10	0,036
Stabilität	postop	1,17	0	5	0,31	0	3	0,001

Tabelle 12: VAS - postoperative Ergebnisse beider Gruppen im Vergleich.

Im Texterlauf wird gegenüberstellend auf die postoperativen Resultate beider Gruppen bezüglich des Schmerzes, der Funktion, Zufriedenheit und Stabilität genauer eingegangen.

#### Schmerz

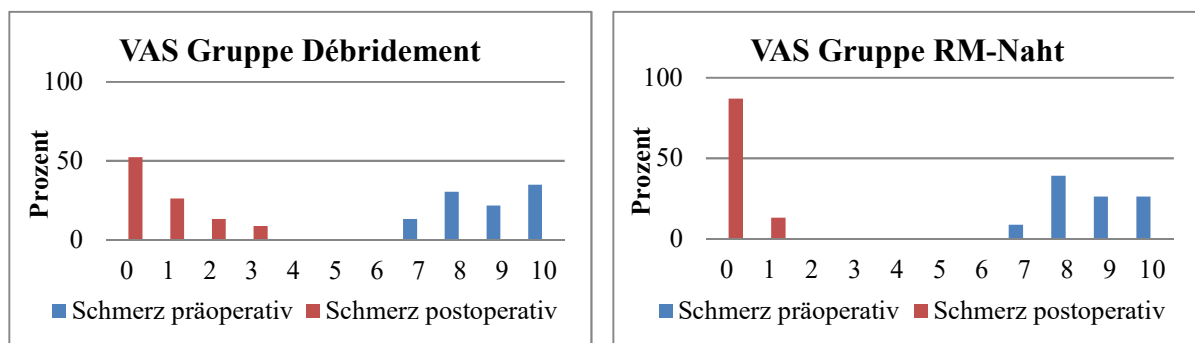


Abbildung 44: VAS – Schmerzpunkteverteilung beider Gruppen im Vergleich.

Bei der Visuellen Analogskala für Schmerzen steht die Zahl „0“ für keine-, die Zahl „10“ für sehr starke Schmerzen. Es lässt sich klar erkennen, dass alle Nachuntersuchten vor der Operation schmerzgeplagt waren und dass sich zum Zeitpunkt der Untersuchung der Zustand deutlich gebessert hatte (vergleiche Abbildung 44). Vor dem Eingriff waren

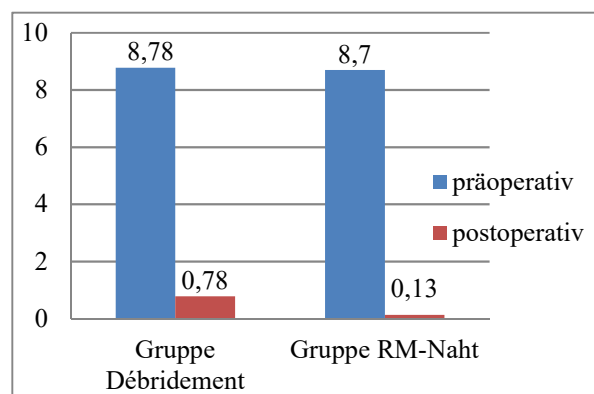


Abbildung 45: VAS für postoperative Schmerzen beider Gruppen im Vergleich.

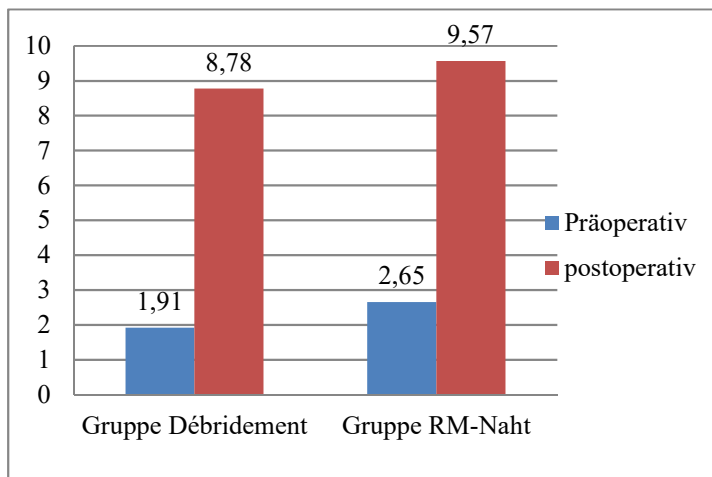


beide Gruppen hinsichtlich des Schmerzniveaus vergleichbar (im Mittel 8,78 gegenüber 8,7). Postoperativ erzielte die Gruppe der Patienten mit Rotatorenmanschettennaht mit im Schnitt 0,13 signifikant ( $p=0,007$ ) bessere Werte (siehe Abbildung 45). Berücksichtigt man zusätzlich die genaue Verteilung, so gaben 86,96% der RM-Naht-Patienten den Wert „0“ für komplette Schmerzfreiheit an und 52,17% in der Débridement-Gruppe.

Zu 100% beschrieben Probanden beider Gruppe starke Nachtschmerzen präoperativ, sodass auch das Schlafen auf der betroffenen Seite teilweise unmöglich war.

### Funktion

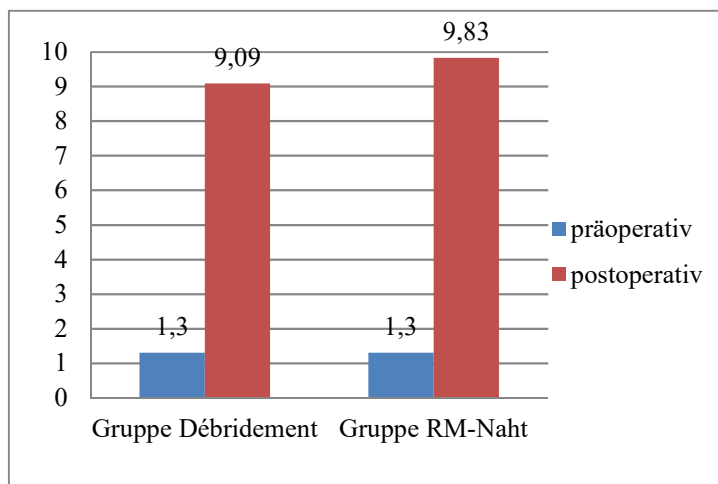
Die Funktion („0“=keine Funktion bis „10“=optimale Funktion, siehe Abbildung 46) war präoperativ bei beiden Gruppen deutlich reduziert (im Mittel 1,91 Débridement, gegenüber



2,65 RM-Naht). Postoperativ, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, zeigten alle Probanden sehr gute Testresultate in Bezug auf die Funktion. Patienten mit Rotatorenmanschettennaht überboten mit im Schnitt 9,57 von 10 Punkten die Débridement-Gruppe signifikant ( $p=0,008$ ).

**Abbildung 46: VAS für die postoperative Funktion.**

### Zufriedenheit



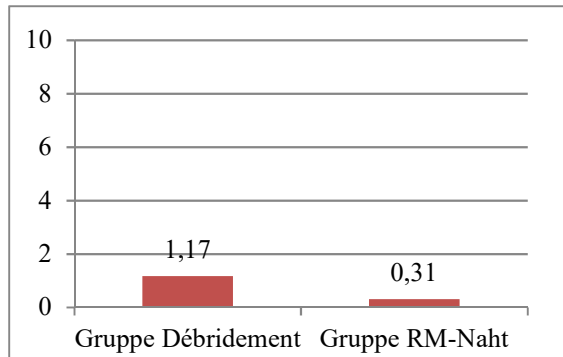
**Abbildung 47: VAS für die postoperative Zufriedenheit.**

Betrachtet man die Zufriedenheit mit Hilfe der Visuellen Analogskala (Abbildung 47), wobei „0“=nicht zufrieden und „10“=sehr zufrieden ist, kann festgehalten werden, dass die untersuchte Eigenschaft durch den operativen Eingriff deutlich gesteigert wurde. Bei der Débridement-Gruppe war der Durchschnittswert mit 9,09 etwas

niedriger als bei der RM-Naht-Gruppe mit 9,83. Die Frage: „Würden Sie den operativen

Eingriff bei gleicher Beschwerdesymptomatik wiederholen lassen?“ beantworteten die Probanden mit RM-Naht zu 100% und Débriderte zu 95,7% mit „Ja“.

### Stabilität



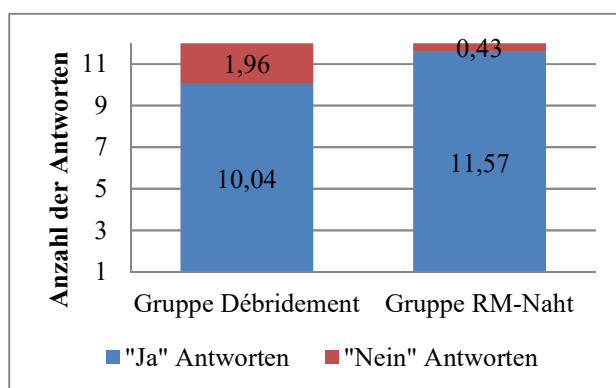
Das subjektive Empfinden, ob sich die operierte Schulter stabil anfühlt („0“=sehr stabil, 10=sehr instabil) wurde nur in Bezug auf den postoperativen Status erfragt (siehe Abbildung 48). Mit dem Durchschnittswert 0,31 war das Testresultat der RM-Naht-Gruppe wiederum signifikant besser ( $p=0,001$ ) als das der

**Abbildung 48: VAS für postoperative Stabilität.** Débridement-Gruppe mit 1,17. Keiner der Probanden hatte das Gefühl, als könne beziehungsweise würde die Schulter herausspringen.

### 4.4.2 Simple Shoulder Test

		Gruppe Débridement				Gruppe RM-Naht				p
		Mittel	Median	min	max	Mittel	Median	min	max	
SST	ja	10,04	11	6	12	11,57	12	9	12	0,005
	nein	1,96	1	0	6	0,43	0	0	3	0,005

**Tabelle 13: Übersicht der erfassten Werte beider Gruppen für den Simple Shoulder Test.**









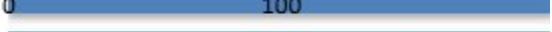

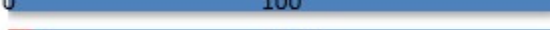

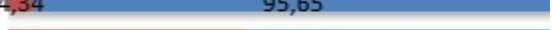













**Abbildung 49: SST - Anzahl der Antworten.**

Beim Simple Shoulder Test wurden die positiven und negativen Aussagen (Ja/Nein-Antworten) ausgewertet (vergleiche Tabelle 13). Die genaue Verteilung der einzelnen Antworten befindet sich in Tabelle 14. Allgemein überwiegt der Anteil positiver Antworten bei allen nachuntersuchten Probanden. Die RM-Naht-Gruppe schnitt bei diesem Test mit einer Signifikanz von

( $p=0,005$ ) besser ab als die Débridement-Gruppe (siehe Abbildung 49: Mittel der positiven Antworten bei Débridierten 10,04 von 12 gegenüber 11,57 von 12 möglichen Antworten bei Naht-Probanden, beziehungsweise Median 11 bei Débridierten gegenüber 12 bei Naht-Probanden). Betrachtet man die Verteilung der wenigen „Negativ-Antworten“ genauer, so

fällt auf, dass postoperative Probleme vor allem beim Schlafen auf der erkrankten, operierten Seite (Tabelle 14, Frage 2) auftreten. Auch Bewegungen mit Lasten (so das Heben von 4kg auf Scheitelhöhe und das Tragen von 10kg mit dem betroffenen Arm) werden tendenziell eher als problematisch empfunden. Bei Bewegungen im täglichen Alltag ohne Lasten (Tabelle 14, z.B. Frage 3, 4, 5) sind die Probanden hingegen nicht eingeschränkt.

Fragen des Simple Shoulder Tests	
1. Ist der betroffene Arm in Ruhe schmerzfrei?	<div>RM-Naht </div> <div>Débridement </div>
2. Können Sie von Seiten der Schulter her problemlos schlafen?	<div>RM-Naht </div> <div>Débridement </div>
3. Können Sie mit dem betroffenen Arm Ihr Hemd auf dem Rücken in die Hose stecken?	<div>RM-Naht </div> <div>Débridement </div>
4. Können Sie Ihre Hände mit zur Seite gestreckten Ellenbogen auf den Hinterkopf legen?	<div>RM-Naht </div> <div>Débridement </div>
5. Können Sie den gestreckten Arm auf Schulterhöhe heben?	<div>RM-Naht </div> <div>Débridement </div>
6. Können Sie mit gestrecktem Arm 500g auf Schulterhöhe heben?	<div>RM-Naht </div> <div>Débridement </div>
7. Können Sie mit gestrecktem Arm 4 kg auf Scheitelhöhe heben?	<div>RM-Naht </div> <div>Débridement </div>
8. Können Sie seitlich am Körper mit dem betroffenen Arm 10 kg tragen?	<div>RM-Naht </div> <div>Débridement </div>
9. Glauben Sie, dass Sie einen Tennisball mit dem betroffenen Arm seitlich vom Körper 10 m weit werfen können?	<div>RM-Naht </div> <div>Débridement </div>
10. Glauben Sie, dass Sie einen Tennisball mit dem betroffenen Arm seitlich vom Körper 20m weit werfen können?	<div>RM-Naht </div> <div>Débridement </div>
11. Können Sie mit dem betroffenen Arm die Rückseite der Gegenschulter waschen?	<div>RM-Naht </div> <div>Débridement </div>
12. Sind Sie von Seiten der Schulter her im erlernten Beruf voll arbeitsfähig?	<div>RM-Naht </div> <div>Débridement </div>

■ "Ja" Antworten ■ "Nein" Antworten

Tabelle 14: Prozentuale Verteilung der einzelnen Fragen des Simple Shoulder Tests.

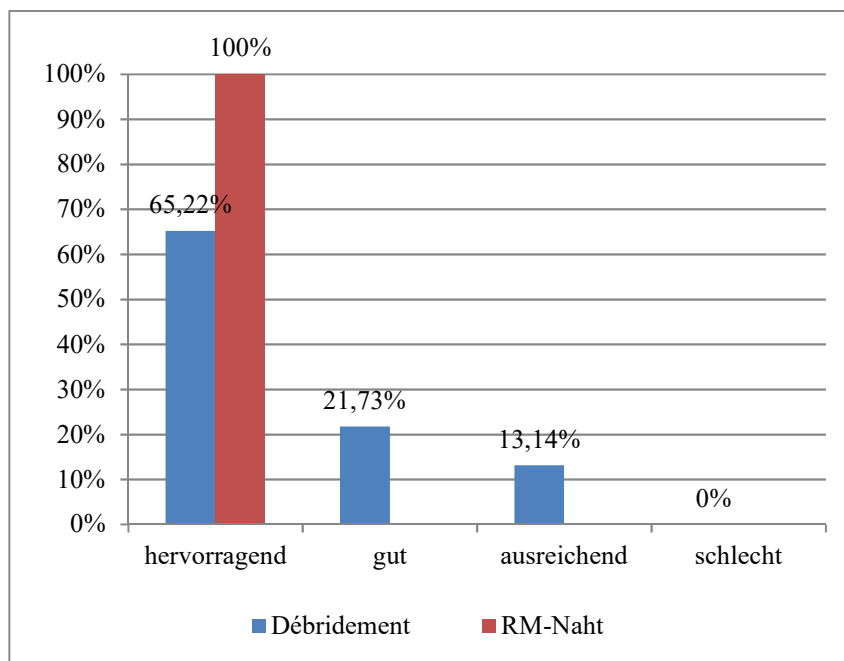
#### 4.4.3 ASES Score

	Gruppe Débridement				Gruppe RM-Naht				p
	Mittel	Median	min	max	Mittel	Median	min	max	
<b>ASES Score</b>	88,9	93,3	61,6	100	98,31	100	88,3	100	0,004

**Tabelle 15:** Übersicht der erfassten Werte beider Gruppen für den ASES Score.

Der postoperativ erhobene ASES Score (vergleiche Tabelle 15) betrug im Mittel bei den Débridierten 88,9 von 100 Punkten (Median 93,3, min:61,6; max:100) und bei den Probanden mit RM-Naht 98,31 (Median:100, min:88,3; max:100). Es lag ein signifikanter Unterschied zu Gunsten der RM-Naht-Gruppe vor ( $p=0,004$ ).

Anhand des Punktwertes erfolgt des Weiteren die Einteilung in verschiedene Gruppen (siehe auch Material und Methodik, 3.3.3 ASES Score), die das am häufigsten vorkommende Testresultat als „hervorragend“ beschreiben. Alle Probanden der RM-Naht-Gruppe erzielten diese



**Abbildung 50:** ASES Score – Testresultate beider Gruppen.

„hervorragend[en]“ Ergebnisse und 65,22% der Débridierten. Die restlichen Prozent der Débridement-Gruppe verteilten sich zu 21,73% auf „gut[e]“ und zu 13,14% auf „ausreichend[e]“ Resultate. Bei keinem der nachuntersuchten Patienten konnten „schlecht[e]“ Befunde erhoben werden (siehe Abbildung 50).

#### 4.4.4 Constant Murley Score

Postoperativ zum Untersuchungszeitpunkt betrug der Constant Score aller Probanden durchschnittlich 83,38 von 100 Punkten. Die Gruppe RM-Naht erreichte signifikant ( $p=0,04$ ) höhere Ergebnisse mit im Mittel 86,2 Punkten gegenüber 80,56 Punkten in der Débridement-Gruppe.

Analysierte man die einzelnen Kategorien des Constant Scores genauer, so ließ sich folgende Verteilung erkennen (Tabelle 16):

		Gruppe Débridement				Gruppe RM-Naht				p
		Mittel	Median	min	max	Mittel	Median	min	max	
<b>Constant</b>	gesamt	80,56	82,3	51,8	100	86,2	85,5	67,0	100	0,04
<b>Schmerz</b>		13,24	14	5	15	14,81	15	13,5	15	0,001
<b>Aktivität</b>	Tätigkeiten	8,74	10	4	10	9,95	10	9	10	0,008
	schmerzlos	9,13	10	4	10	9,91	10	8	10	0,07
<b>Beweglichkeit</b>	Flexion	9,91	10	8	10	9,91	10	8	10	1
	Abduktion	9,91	10	8	10	9,91	10	8	10	1
	Außenrot	9,82	10	8	10	9,91	10	8	10	0,56
	Innenrot	8,7	8	2	10	9,78	10	6	10	0,002
<b>Kraft</b>	OP-Schulter	11,28	9	3,39	25	12,22	10,5	4,92	25	0,3

Tabelle 16: Übersicht der erfassten Werte beider Gruppen für den Constant Score.

1. Hinsichtlich des Faktors „Schmerz“ erzielte die RM-Naht-Gruppe mit 14,81 von 15 Punkten signifikant ( $p=0,001$ ) bessere Ergebnisse gegenüber Débridement-Probanden die 13,24 von maximal 15 Punkten hatten.
2. In Bezug auf Aktivitäten (berücksichtigt wurden Arbeits-, Sportfähigkeit, ungestörter Schlaf) erreichte die RM-Naht Gruppe höhere Punktwerte (im Schnitt 9,95 von 10) als Débriderte (8,74 von 10). Betrachtete man die schmerzlose Aktivität des Armes, also wie weit der Arm bewegt werden konnte (von unterhalb der Taille bis über den Kopf), so waren keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen erkennbar.
3. Bei den Bewegungen „Flexion“, „Abduktion“ und „Außenrotation“ waren alle Probanden unwesentlich eingeschränkt (Durchschnitt: 9,91 von 10 Punkten), es war kein signifikanter Unterschied nachweisbar. Lediglich die „Innenrotation“ konnte von Probanden der RM-Naht-Gruppe signifikant ( $p=0,002$ ) besser ausgeführt werden und Débridement-Patienten waren hier weniger mobil.
4. Berücksichtigt man die Kraftmessung, so erzielten Patienten mit RM-Naht im Mittel mit 12,22 von maximal 25 Punkten höhere Werte als ihre Vergleichsgruppe (Débriderte 11,28 von 25), der Unterschied war aber nicht statistisch signifikant.

Bei all den beschriebenen Befunden handelt es sich um die direkt erhobenen Werte. Sie sind nicht an das Alter und Geschlecht angepasst. Modifiziert man den Constant Score anhand entsprechender Tabellen (siehe Material und Methodik, 3.3.4 Constant Murley Score) und berücksichtigt das Alter und Geschlecht, dann erreichten alle Patienten Ergebnisse, die auch

Schultergesunde erzielen. Probanden mit Débridement würden im Mittel einen modifizierten Constant Score von 98,89% haben. Bei der Gruppe RM-Naht läge der Punktwert sogar weit über der Norm mit 109,13%.

Alle Probanden erzielten zusammenfassend hervorragende Testresultate im Constant Score, die Gruppe der RM-Naht noch bessere als die der Débridement-Gruppe.

#### 4.4.5 Klinische Untersuchung

##### Schultertest präoperativ

Bei den klinischen Untersuchungen vor der Operation lag bei den Probanden in circa 40% der Fälle ein positiver Jobe-Test vor. Diesen empfanden 77% der Patienten als schmerzhaft. Bei den anderen klinischen Tests der Rotatorenmanschette (Lift-Off, 0°-Starter, Belly-Press, Außenrotation-gegen-Widerstand) waren, soweit erfasst, präoperativ keine wegweisenden Auffälligkeiten zu erkennen. Tests der Bizepssehne, so zum Beispiel der O'Brien-Test, wurden in 50% der Fälle als schmerzhaft empfunden. Der Painful-arc-, Hawkins- und Neer-Test, allesamt Impingement-Tests, waren in 98% der Fälle positiv.

##### Schultertest postoperativ

Die Probanden mit Débridement zeigten folgende Verteilung (siehe Abbildung 51) hinsichtlich der klinischen Untersuchung postoperativ:

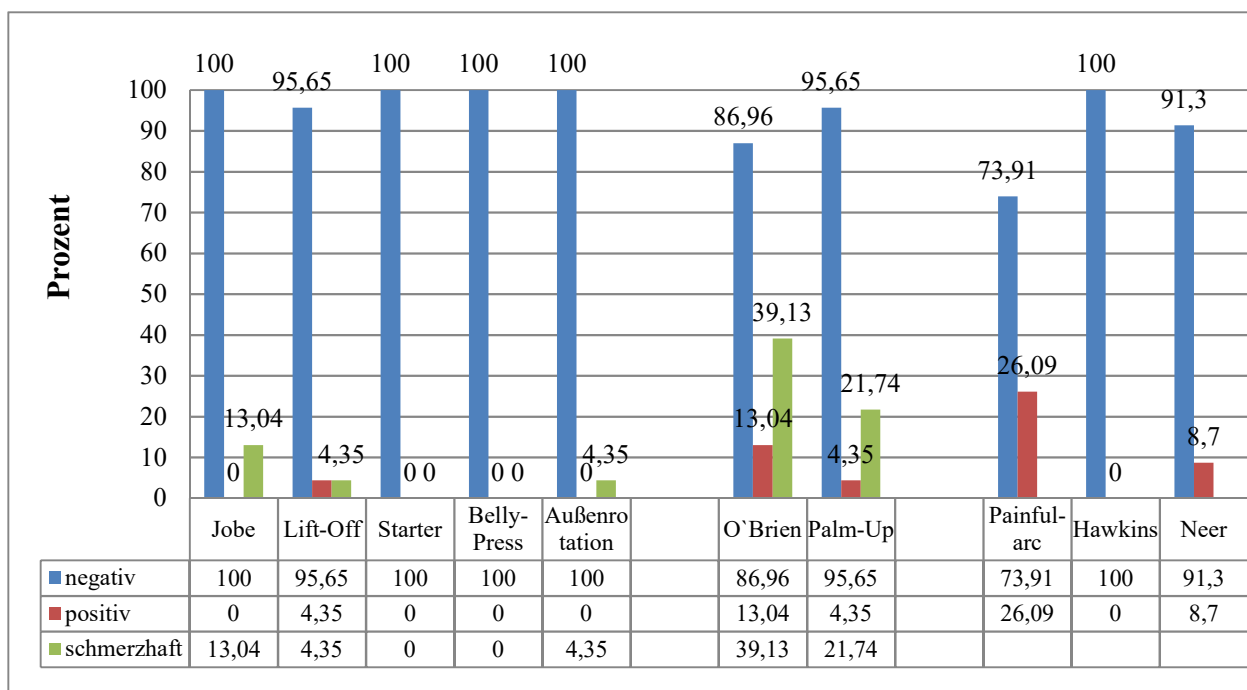
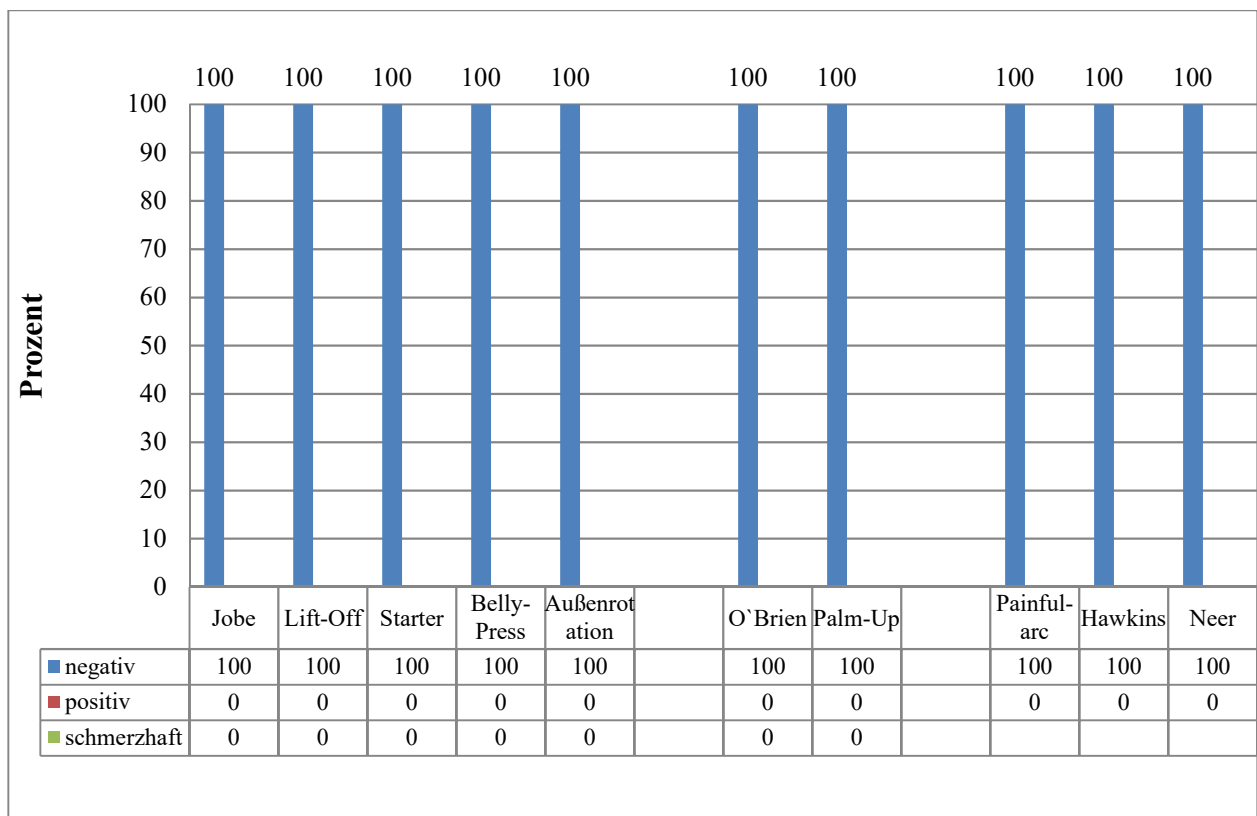


Abbildung 51: Gruppe Débridement - Schultertests postoperativ.

Größtenteils waren die klinischen Tests der Rotatorenmanschette negativ (zum Vergleich: bei mehr als 95% der Probanden postoperativ negativer Jobe-, Lift-Off-, Starter-, Belly-Press- und Außenrotations-gegen-Widerstand-Test). Bei der Untersuchung der Bizepssehne fiel auf, dass zwischen 21,74% (Palm-Up) und 39,13% (O'Brien-Test) der Probanden den Test als schmerzhaft wahrnahmen und 4,35% bis 13,04% die Bewegung nicht ausführen konnten, der Test somit positiv war. Hinsichtlich der Beurteilung auf Impingement war der Painful-arc-Test postoperativ in 26,09% der Fälle positiv.

Betrachtet man die Untersuchungsergebnisse der Probanden, die mit Rotatorenmanschettennaht behandelt wurden, zeigte sich folgendes Ergebnis (siehe Abbildung 52):



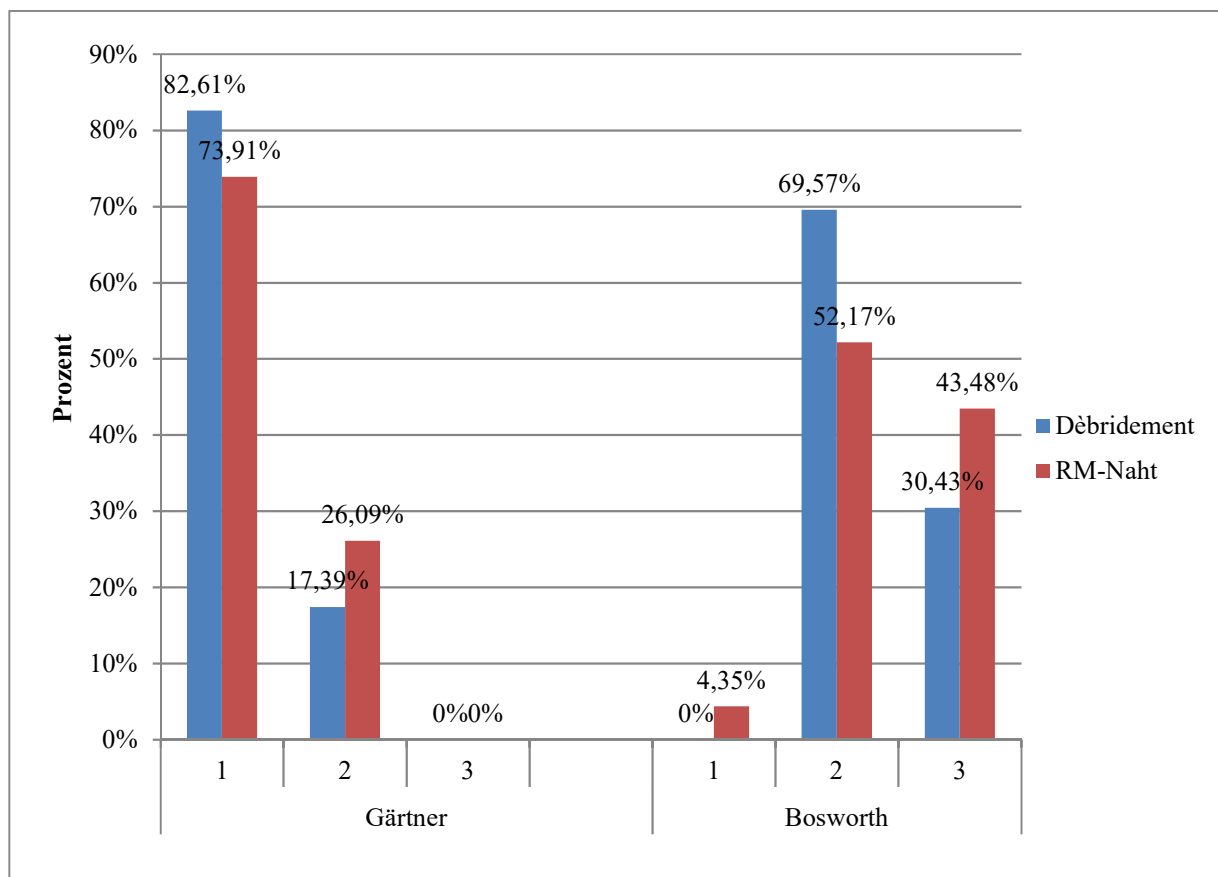
**Abbildung 52: Gruppe Rotatorenmanschettennaht - Schultertests postoperativ.**

Alle Tests waren bei den Probanden unauffällig. Die Bewegungen konnten ohne Einschränkungen und schmerzfrei ausgeführt werden.

## 4.5 Bildgebende Diagnostik

### 4.5.1 Röntgen

Präoperativ wurde bei allen Patienten ein Röntgenbild angefertigt. Am häufigsten waren Kalkdepots mit Gärtner Typ I und Bosworth Typ II klassifiziert worden (vergleiche Abbildung 53). Als Unterschied ließ sich ableiten, dass bei der Gruppe Rotatorenmanschettennaht tendenziell eine höhere Anzahl an größeren Kalkdepots (vergleiche Bosworth III zu 43,48% gegenüber 30,43% bei den Débridierten) vorlagen. Der genaue Vergleich bezüglich der Einteilung nach Gärtner oder Bosworth ergab aber keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen.



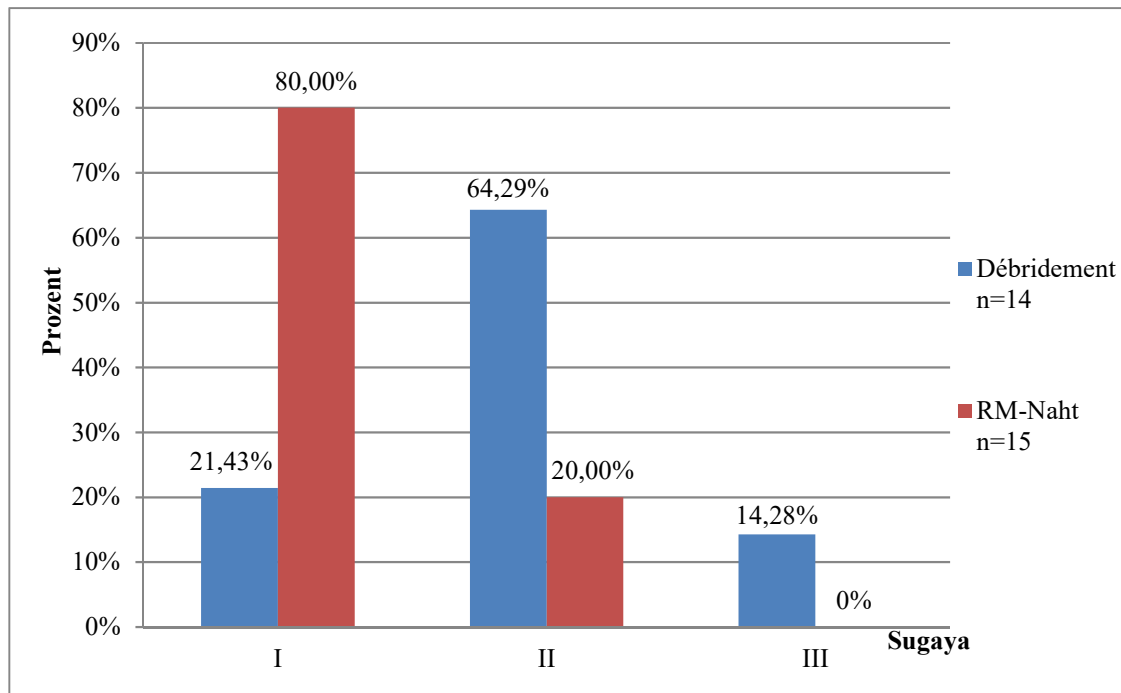
**Abbildung 53: Röntgenbildbefundung beider Gruppen präoperativ.**

Postoperativ wurden nur klinisch Auffällige geröntgt (n=13) und demnach Patienten der Gruppe „Débridement“. In dem bei der Nachuntersuchung in diesem Kontext angefertigten Röntgenbild konnte in 30% der Fälle ein Kalkdepot diagnostiziert werden, zumeist Gärtner I und Bosworth I.



### 4.5.2 MRT

Im Rahmen der Nachuntersuchung konnte von 29 Schultern eine Schnittbilddiagnostik mittels MRT angefertigt werden. Die Auswertung anhand der Sugaya-Klassifikation war wie folgt (siehe Abbildung 54):



**Abbildung 54: MRT postoperativ – Klassifikation nach Sugaya.**

Patienten mit Débridement wurden größtenteils (64,29%) Sugaya II (suffiziente Dicke der rekonstruierten Sehne, Sehnenkontinuität erhalten, teilweise Gebiete mit höherer Signalintensität), zugeordnet. Dem gegenüber war bei Probanden der RM-Naht-Gruppe vor allem (80%) Sugaya I (suffiziente Dicke der rekonstruierten Sehne, Sehnenkontinuität erhalten, homogene niedrige Signalintensität im Vergleich zu normalen Sehnen) klassifiziert worden (siehe Abbildung 54). Der Unterschied lag also darin, dass in der Débridement-Gruppe mehr Patienten stellenweise eine höhere Signalintensität der Sehne hatten. Bei wenigen der Débridierten (14,28%) war die Sehnendicke bereits auf mindestens die Hälfte vermindert. Kleinere Risse oder Rupturen der Sehne wurden bei keinem Probanden beschrieben.

Zusammenfassend sind hinsichtlich der magnetresonanztomographischen Beurteilung die Klassifikationsergebnisse durch Sugaya signifikant besser für Patienten mit RM-Naht.

#### 4.5.3 Auswirkungen von ASAD auf das Outcome

##### Débridement

Zwischen débridierten Probanden, die eine arthroskopische subakromiale Dekompression erhalten hatten oder nicht, lag bei der Prüfung des Outcomes bezüglich des ASES- ( $p=0,65$ ) und Constant Scores ( $p=0,98$ ) und der postoperativ erhobenen VAS für „Schmerz“ ( $p=0,38$ ), „Funktion“ ( $p=0,88$ ) und „Zufriedenheit“ ( $p=0,19$ ) kein signifikanter Unterschied vor.

##### Rotatorenmanschettennaht

Auch die Patienten, die zusätzlich mit Naht versorgt worden waren, hatten keine statistisch signifikant besseren Testresultate im Constant- ( $p=0,34$ ), ASES Score ( $p=0,23$ ), beziehungsweise in der VAS für „Schmerz“ ( $p=0,83$ ), „Funktion“ ( $p=0,17$ ) und „Zufriedenheit“ ( $p=0,23$ ), je nachdem ob sie zusätzlich eine Akromioplastik erhalten hatten oder nicht.

#### 4.5.4 Auswirkungen der Kalkdepotgröße auf das Outcome

##### Débridement

Patienten, die débridiert wurden, wiesen wenig signifikante Unterschiede im Outcome auf, abhängig davon, ob das Kalkdepot präoperativ größer oder kleiner war (vergleiche Bosworth 2 und 3). Hinsichtlich des ASES- ( $p=0,28$ ), Constant Scores ( $p=0,16$ ), der VAS für „Schmerz“ ( $p=0,6$ ), „Funktion“ ( $p=0,07$ ) und „Zufriedenheit“ ( $p=0,06$ ) waren keine statistisch relevanten Differenzen erkennbar. Im Simple Shoulder Test erzielten Probanden mit kleineren Depots signifikant ( $p=0,04$ ) bessere Resultate.

##### Rotatorenmanschettennaht

Das Outcome der Probanden mit additiver Rotatorenmanschettennaht unterschied sich nicht abhängig von der präoperativ gemessenen Größe (vergleiche Bosworth 2 und 3). Das Signifikanzniveau konnte bei der Nachuntersuchung nicht im ASES- ( $p=0,44$ ), Constant Score ( $p=0,32$ ), beim Simple Shoulder Test ( $p=0,65$ ) und der VAS für „Schmerz“ ( $p=0,19$ ), „Funktion“ ( $p=0,51$ ) und „Zufriedenheit“ ( $p=0,66$ ) unterschritten werden. Somit wurden unabhängig der Kalkdepotgröße vergleichbare Ergebnisse erzielt.

#### 4.5.5 Auswirkungen der Röntgenmorphologie nach Gärtner auf das Outcome

##### Débridement

Es hatte keinen Einfluss auf die erhobenen Befunde, ob ein Kalkdepot nach Gärtner I oder Gärtner II vorlag. Bezüglich des ASES- (p=0,73), Constant Scores (p=0,67), der Visuellen Analogskala für „Schmerz“ (p=0,97), „Funktion“ (p=0,85), „Zufriedenheit“ (p=0,97) und „Stabilität“ (p=0,5) sowie für den Simple Shoulder Test (p=0,91) konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Probanden mit Gärtner Typ I oder Typ II erfasst werden.

##### Rotatorenmanschettennaht

Auch bei Probanden, die mit additiver Rotatorenmanschettennaht versorgt wurden, hatte die präoperative Einteilung des Kalkherdes nach Gärtner keinen Effekt hinsichtlich des Outcomes. Sie hatten keine statistisch signifikanten Unterschiede im Constant- (p=0,39), ASES Score (p=0,61), der Visuellen Analogskala für „Schmerz“ (p=0,56), „Funktion“ (p=0,47), „Zufriedenheit“ (p=0,47), „Stabilität“ (p=0,81) und im Simple Shoulder Test (p=0,71).

### 4.6 Komplikationen

#### 4.6.1 Adhäsive Capsulitis - „Frozen shoulder“

Bei zwei Probanden der Gruppe Rotatorenmanschettennaht trat im Zeitrahmen von sechs Monaten bis einem Jahr nach dem operativen Eingriff eine adhäsive Capsulitis auf. Eine intensivisierte Nachbetreuung, gesteigerte krankengymnastische Beübung, gezielte Schmerztherapie und Injektionen von Lokalanästhetika und Corticosteroiden waren nötig, um die Beschwerdesymptomatik zu mindern und zuletzt eine Beschwerdefreiheit zu erreichen.

#### 4.6.2 Bizepssehnenpathologien

Bei einem Patienten der Gruppe Débridement kam es im postoperativen Verlauf zu starken Beschwerden im Bereich der Bizepssehne und letztendlich zur Ruptur dieser.

Allgemein wurden bei den Débridierten im Rahmen der Nachuntersuchungen häufiger Auffälligkeiten im Bereich der Bizepssehne beobachtet. Wie bereits beschrieben war auffallend, dass zwischen 21,74% (Palm-Up-) und 39,13% (O'Brien-Test) der Probanden den

Test als schmerzhaft wahrnahmen und 4,35% bis 13,04% die Bewegung nicht ausführen konnten, der Test somit positiv war.

## 4.7 Komorbiditäten

### 4.7.1 Body-Mass-Index

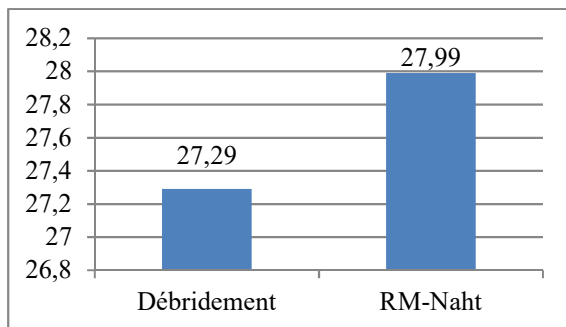


Abbildung 55: BMI im Vergleich.

Der Body-Mass-Index, errechnet aus Gewicht in kg geteilt durch Größe in m<sup>2</sup>, betrug bei der Débridement-Gruppe im Schnitt 27,29. Probanden der Rotatorenmanschettennaht-Gruppe hatten im Mittel einen BMI von 27,99 (siehe Abbildung 55). Der BMI hatte keine Auswirkungen auf das Outcome.

### 4.7.2 Diabetes mellitus

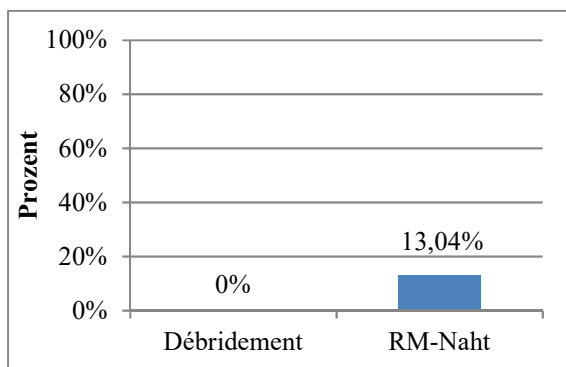


Abbildung 56: Diabeteserkrankung im Vergleich.

Keiner der Débridierten litt unter der Erkrankung Diabetes mellitus. Aus der Gruppe RM-Naht waren 13,04% der Probanden an Diabetes erkrankt (Abbildung 56). Bezüglich der postoperativen Ergebnisse waren keine Auffälligkeiten der an Diabetes erkrankten Probanden zu beobachten.

### 4.7.3 Rauchen

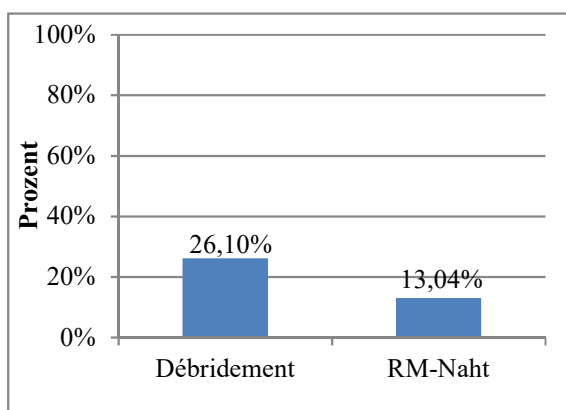


Abbildung 57: Raucher im Vergleich.

Bei den nachuntersuchten Patienten waren in der Débridement-Gruppe 26,10% und unter den RM-Naht-Probanden 13,04% Raucher (vergleiche Abbildung 57). Im Rahmen der Nachuntersuchung konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Nichtrauchern und Rauchern festgestellt werden.

## 5 Diskussion

Die erhobenen Daten werden in der Folge zusammengefasst dargestellt und mit bereits publizierten Ergebnissen aus der Literatur verglichen.

Berücksichtigung finden Studien, bei denen das konservative Vorgehen bei Tendinosis calcarea ausgeschöpft und die Operation indiziert war. Alle Autoren wollten das Outcome ihrer Probanden beurteilen. Das Studiendesign umfasste pro- und retrospektive Arbeiten mit variierendem Follow-up, je nachdem ob Kurz-, Mittel- [9] oder auch Langzeitergebnisse [64] im Fokus standen. Einige Arbeitsgruppen hatten als Zielsetzung das Outcome nach arthroskopischer Operation [13], [95] (auch im Vergleich zu anderen Verfahren) zu evaluieren. Andere wollten herausfinden, ob eine subakromiale Dekompression [37] oder Akromioplastik [174] Auswirkungen auf das Testresultat hat, oder inwieweit es sinnvoll ist das Kalkdepot partiell beziehungsweise komplett zu entfernen [130].

In der Folge (siehe Tabelle 17) sind die am häufigsten zum Literaturvergleich verwendeten Studien, zusammen mit den zur Beurteilung des Outcomes verwendeten Scores aufgelistet, die für unseren Vergleich herangezogen werden.

Arbeitskreis	Publi- ziert [Jahr]	n	Follow-up	Inhalt Studie	Resultate
Ark et al. [3]	1992	23	26 Monate (range 12-47)	Ergebnisse nach arthroskopischer Kalkextirpation	Röntgen
Balke et al. [9]	2012	70	6 Jahre (range 2-13)	Mittelfristige Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung, SAD im Vergleich zur Kalkextirpation	ASES Constant
Barrera Cadenas et al. [13]	2010	18	6 Monate (range 7-60)	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung (gegebenenfalls mit Naht; Defekte>1cm)	Constant Röntgen
Castagna et al. [24]	2016	40	6 und 12 Monate	Ergebnisse Needling gegenüber kompletter Kalkextirpation mit Defektverschluss (Nahtanker)	ASES Constant VAS, SST

Clement et al. [37]	2015	80	13 Monate (range 12-15)	Ergebnisse nach arthroskopischer Kalkextirpation (mit oder ohne SAD)	Constant VAS
El Rassi et al. [63]	2016	81	75 Monate	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung bei Kalkdepots Gärtner III	Röntgen Constant
El Shewy et al. [64]	2011	54	7-10 Jahre	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung, partielle Kalkextirpation (Naht, wenn Defekt >50% der Sehnendicke)	ASES Constant Röntgen
Fernandes et al. [66]	2010	55	31 Monate (range 12-70)	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung	Röntgen
Hashiguchi et al. [83]	2017	37	30 Monate (range 13-72)	Ergebnisse nach arthroskopischer Kalkextirpation und Rekonstruktion (Seit-zu-Seit)	Röntgen
Hofstee et al. [88]	2007	40	mindestens 3 Jahre	Ergebnisse nach offener Akromioplastik mit beziehungsweise ohne Kalkextirpation	VAS ROM
Jacobs et al. [95]	2006	57 (61)	15 Monate (range 3-53)	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung	Constant Röntgen
Maier et al. [129]	2014	105 (82)	34 Monate (range 24-108)	Ergebnisse nach Kalkextirpation ohne Akromioplastik	Constant
Maier et al. [130]	2013	102	37 Monate (range 24-83)	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung, komplette gegenüber partieller Kalkextirpation	Constant Röntgen
Porcellini et al. [171]	2004	95	36 Monate (range 24-60)	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung, klinisch und Sonographie (stellenweise Naht, abhängig von Defekt)	Constant Sono
Ranalletta et al. [174]	2015	30	35 Monate (range 24-88)	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung und Defektverschluss RM (Nahtanker/Seit-zu-Seit-Naht) ohne Akromioplastik	Constant VAS MRT
Ranaletta et al. [175]	2016	24	59 Monate (range 24-108)	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung und Defektverschluss RM (Nahtanker/Seit-zu-Seit-Naht) ohne Akromioplastik	Constant VAS MRT

Sabeti et al. [185]	2014	20	2, 6 Wochen 9 Monate	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung bei intraoperativer Sonographie	Constant VAS
Seil et al. [189]	2006	54	24 Monate	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung	Constant Röntgen
Seyahi et al. [192]	2009	25	38 Monate (range 4-69)	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung von intratendinösem und intraossärem Kalk	Constant VAS
Siebold et al. [194]	2003	36	3 Monate	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung mit oder ohne intraoperativer Bildwandlerkontrolle	Constant Röntgen
Verstraelen et al. [206]	2018 2017	294	12 Monate bis 5 Jahre	Systemische Analyse von Studien bezüglich verschiedener Operationsverfahren	Constant VAS
Yoo et al. [222]	2010	35	31 Monate (range 24-45)	Ergebnisse nach arthroskopischer Behandlung mit kompletter Kalkextirpation und Defektverschluss (Nahtanker/Seit-zu-Seit-Naht)	ASES Constant VAS

**Tabelle 17: Am häufigsten zum Literaturvergleich verwendete Studien.**

## 5.1 Epidemiologische Daten und Patientengut

### 5.1.1 Geschlecht

In der Literatur und als Resultat bereits durchgeführter Studien im Rahmen des Krankheitsbildes Tendinosis calcarea findet man bezüglich des Geschlechtsverhältnisses variable Ergebnisse. Teilweise ist der Anteil erkrankter Männer größer [64], [101], [153], [189], stellenweise wird auch eine recht ausgeglichene Geschlechtsverteilung beschrieben [47], [114]. Am häufigsten ist jedoch ein erhöhter Anteil weiblicher Betroffener zu beobachten [1], [13], [17], [33], [36], [37], [44], [63], [66], [82], [83], [88], [95], [105], [108], [109], [116], [119], [125], [129], [130], [132], [134], [160], [161], [162], [164], [171], [192], [222]. Vergleiche hierzu ergänzend die im Verlauf folgende Tabelle 18.

Bei den für die Studie nachuntersuchten Probanden bestätigte sich mit einem Verhältnis von 31 Frauen (70%) und 13 Männern (30%) das bereits in der Literatur am häufigsten beschriebene Überwiegen weiblicher Personen mit Tendinosis calcarea.

Quelle	Geschlecht		Publiziert [Jahr]
	Frauen	Männer	
„Eigene Studie“	70%	30%	2019
Abate et al. [1]	74%	26%	2015
Ark et al. [3]	52%	48%	1992
Barrera Cadenas et al. [13]	56%	44%	2010
Battaglia et al. [14]	55%	45%	2017
Bazzocchi et al. [15]	62%	38%	2016
Beckmann et al. [17]	53%	47%	2019
Cho et al. [33]	80%	20%	2010
Chou et al. [36]	72%	28%	2017
Clement et al. [37]	73%	27%	2015
Cosentino et al. [44]	61%	39%	2003
Daecke et al. [46]	42%	58%	2002
De Boer et al. [47]	48%	52%	2017
El Rassi et al. [63]	72%	28%	2016
El Shewy et al. [64]	33%	67%	2011
Fernandes et al. [66]	80%	20%	2010
Harvie et al. [82]	72%	28%	2007
Hashiguchi et al. [83]	95%	5%	2017
Hofstee et al. [88]	68%	32%	2007
Hsu et al. [89]	55%	45%	2008
Jacobs et al. [95]	70%	30%	2006
Kayser et al. [101]	38%	62%	2007
Kim et al. [105]	39%	61%	2016
Kim et al. [108]	91%	9%	2014
Kircher et al. [109]	58%	41%	2012
Krasny et al. [114]	51%	49%	2005
Lang et al. [116]	66%	34%	2017
Le Goff et al. [119]	69%	31%	2010
Lorbach et al. [125]	62%	38%	2008
Maier et al. [129]	62%	38%	2014
Maier et al. [130]	75%	25%	2013
Malliaropoulos et al. [132]	61%	39%	2017
Marder et al. [134]	64%	36%	2011
Milman et al. [144]	71%	29%	2018
Neto et al. [153]	43%	57%	2010



Orlandi et al. [160]	64%	36%	2017
Oudelaar et al. [161]	64%	36%	2015
Ozkoc et al. [162]	60%	40%	2002
Pakos et al. [164]	71%	29%	2018
Pasquotti et al. [167]	55%	45%	2016
Porcellini et al. [171]	67%	33%	2004
Ranalletta et al. [175]	58%	42%	2016
Seil et al. [189]	45%	55%	2006
Seyahi et al. [192]	64%	36%	2009
De Witte et al. [216]	52%	48%	2018
Yoo et al. [222]	71%	29%	2010
Durchschnitt	62%	38%	

**Tabelle 18: Literaturvergleich Geschlechtsverteilung von Patienten mit Tendinosis calcarea.**

### 5.1.2 Alter

Der Altersdurchschnitt der Studienteilnehmer zum Operationszeitpunkt betrug 46,96 Jahre. Es lag eine Altersverteilung von 31 bis 63 Jahren vor. Zudem berichteten die Probanden, dass die Diagnose „Tendinosis calcarea“ bereits etwa zwei Jahre zuvor erhoben worden war. Ausgehend von einem durchschnittlichen Alter von 46,96 Jahren zum Operationszeitpunkt kann ein mittleres Diagnosenalter von circa 45 Jahren angenommen werden.

Auch in der Literatur wird beschrieben, dass die Tendinosis calcarea ein Krankheitsbild ist, das „jüngere“ Patienten betrifft.

Bezüglich des Alters zum Operations– beziehungsweise des allgemeinen Therapiezeitpunktes findet sich in vielen Studien eine ähnliche Altersverteilung wie sie bei unserer Kohorte beobachtet wurde (siehe Tabelle 19):

Quelle	Alter [in Jahren]			Publiziert [Jahr]
	Durchschnitt	Minimum	Maximum	
„Eigene Studie“	47	31	63	2019
Abate et al. [1]	49	40	57	2015
Ark et al. [3]	49	33	60	1992
Balke et al. [9]	54	39	78	2012
Barrera Cadenas et al. [13]	46	33	63	2010
Bazzocchi et al. [15]	51	30	73	2016

Beckmann et al. [17]	52			2019
Castagna et al. [24]	48	31	66	2016
Cho et al. [33]	53	26	78	2010
Clement et al. [37]	49	32	75	2015
Cosentino et al. [44]	52	35	68	2003
Daecke et al. [46]	49	28	77	2002
De Boer et al. [47]	53			2017
El Shewy et al [64]	49	37	54	2011
Fernandes et al. [66]	42	30	64	2010
Hashiguchi et al. [83]	48	34	61	2017
Hsu et al [89]	54	30	70	2008
Jacobs et al. [95]	48			2006
Kayser et al. [101]	48	34	58	2007
Kim et al. [105]	52	40	65	2016
Kim et al. [108]	56	45	78	2014
Krasny et al. [114]	48	32	67	2005
Lang et al. [116]	51	32	76	2017
Le Goff et al. [119]	51	32	82	2010
Lorbach et al. [125]	49	41	57	2008
Maier et al. [129]	50	32	68	2014
Maier et al. [130]	51	31	68	2013
Malliaropoulos et al. [132]	45	26	63	2017
Marder et al. [134]	44	27	67	2011
Neto et al. [153]	55	37	72	2010
Orlandi et al. [160]	42	24	69	2017
Oudelaar et al. [161]	51	41	61	2015
Ozkoc et al. [162]	46	34	53	2002
Pakos et al. [164]	54	33	89	2018
Porcellini et al. [171]	37	28	44	2004
Ranalletta et al. [174]	49	32	72	2015
Ranalletta et al. [175]	36	26	60	2016
Seil et al. [189]	45	29	62	2006
Seyahi et al. [192]	48	26	83	2009
Verhaegen et al. [205]	50	27	61	2016
Yoo et al. [222]	51			2010
Durchschnitt	48,8	Min: 24	Max: 89	

Tabelle 19: Literaturvergleich Altersverteilung von Patienten mit Tendinosis calcarea.

### 5.1.3 Dominanz des Armes und betroffener Arm

Eine häufige Diskussion wird dahingehend geführt, inwieweit die Beanspruchung des Sehngewebes das Auftreten der Krankheit begünstigen kann. Es wurde beobachtet, dass Kalkdepots gehäuft bei Personen vorkommen, die den Arm beruflich bedingt viel innenrotieren und abduzieren. Die Dominanz eines Armes und die damit einhergehende gesteigerte mechanische Beanspruchung von diesem könnten fördern, dass sich Kalk vermehrt im Sehngewebe des Arms ablagert.

Durchgeführte Studien zeigten eine prozentuale Beteiligung des dominanten Arms mit 61-88,9% [63], [66], [95], [171], [201]. Bei unseren Studienteilnehmern war mit durchschnittlich 76% der dominante Arm betroffen. Es scheint demnach bei Patienten mit Tendinosis calcarea eine Tendenz für Diagnosen von Kalkdepots im dominanten Arm vorzuliegen.

In der Literatur wird zudem ein vermehrtes beidseitiges Vorliegen der Kalkdepots in der Schulter beschrieben [20], [72], [124], [132], [141], [145]. Auch in unserem Patientenkollektiv konnten wir dies bei 14% der Probanden feststellen. Das beidseitige oder generell gehäufte Auftreten von Kalkherden im Sehngewebe würde bezüglich der Ätiopathogenese dafür sprechen, dass eine Prädisposition (geschlechtlich, genetisch oder konstitutionell) für das Krankheitsbild existieren kann.

### 5.1.4 Follow-up

Das Durchschnitts-Follow-up unserer Probanden beträgt für beide Gruppen zusammen 58 Monate (range 24-128), für die Débridierten im Mittel 77 und für die RM-Naht Gruppe 40 Monate.

Arbeitskreis	Follow-up
„Eigene Studie“	58 Monate (range 24-128)
Ark et al. [3]	26 Monate (range 12-47)
Balke et al. [9]	6 Jahre (range 2-13)
Barrera Cadenas et al. [13]	6 Monate (range 7-60)
Castagna et al. [24]	6 und 12 Monate
Clement et al. [37]	13 Monate (range 12-15)
El Shewy et al. [64]	7-10 Jahre
Fernandes et al. [66]	31 Monate (range 12-70)
Hashiguchi et al. [83]	30 Monate (range 13-72)

Hofstee et al. [88]	Mindestens 3 Jahre
Jacobs et al. [95]	15 Monate (range 3-53)
Maier et al. [129]	34 Monate (range 24-108)
Maier et al. [130]	37,3 Monate (range 24-83)
Molé et al. [147]	21 Monate
Porcellini et al. [171]	36 Monate (range 24-60)
Ranalletta et al. [174]	35 Monate (range 24-88)
Ranalletta et al. [175]	59 Monate (range 24-108)
Seil et al. [189]	24 Monate
Seyahi et al. [192]	38 Monate (range 4-69)
Siebold et al. [194]	3 Monate
Yoo et al. [222]	31 Monate (range 24-45)

**Tabelle 20: Follow-up im Literaturvergleich.**

In anderen Studien zum postoperativen Verlauf der Tendinosis calcarea wurden Probanden beispielsweise mit einem Durchschnitts-Follow-up von 13 Monaten (Clement et al. [37]), 26 Monaten (Ark et al.[3]) und 34/37 Monaten (Maier et al. [129], [130]) nachuntersucht. Balke et al. [9] wählten einen längeren Zeitrahmen von sechs und El Shewy et al. [64] von sieben bis zehn Jahre nach dem arthroskopischen Eingriff.

Die Zeitspanne gestaltet sich somit in der Literatur sehr variabel (siehe Tabelle 20), je nach Fokus auf Kurz-, Mittel- [9] oder auch Langzeitergebnissen [64]. Beim Datenvergleich der einzelnen Studien sollte dies nicht außer Acht gelassen werden.

Grundvoraussetzung und Einschlusskriterium unserer Probanden war ein Follow-up von mindestens zwei Jahren. Dieser Zeitrahmen wurde gewählt, um dem Sehnengewebe ausreichend Zeit zur Heilung und Regeneration zu geben und eine aussagekräftige Beurteilung über den Gesundheitszustand des Patienten erheben zu können. Dies ist wichtig, da gerade in den ersten Wochen nach dem operativen Eingriff das Beschwerdebild der Patienten noch sehr variabel, beziehungsweise das finale Outcome noch nicht erreicht ist. So gaben Probanden von Seil et al. [189] ihr Schmerzlevel zu verschiedenen Zeiten nach der Operation an. Beobachtet man die Entwicklung dieser Werte über die Zeit, dann war in den ersten Monaten eine stetige, aber langsame Verbesserung ersichtlich. Nach einem Jahr pendelte sich der Zustand auf einem relativ gleichbleibenden Niveau ein. Verglichen dazu gab es zwei Jahre nach der Operation keine weiteren bemerkenswerten Veränderungen.

Untersuchungen von Marder et al. [134] und weiteren Autoren zeugen ebenfalls von Steigerungen des Outcomes mit zunehmender Zeit nach der Operation (allerdings mit schnellerer Schmerzreduktion als bei Seil et al. [189]) und anschließendem Erreichen eines langfristig konstanten Levels. Diese zufriedenstellenden klinischen Resultate wurden bei Marder et al. im Schnitt nach fünf Jahren (range 2-10 Jahre) erhoben. Auch Vergleiche, beispielsweise des Constant Scores anderer Studien, legen nahe, dass langfristig ähnlich gute Resultate bei Nachuntersuchungen beobachtet werden, egal ob das Follow-up mehrere Monate oder Jahre beträgt. So konnten von 100 möglichen Punkten im Constant Score 91 (24-monats-Follow-up [189]), 91 (33-monats-Follow-up [129]), 100 (38-monats-Follow-up [192]), aber auch nach sieben bis zehn Jahren [64] 98 Punkte erzielt werden. Auch Probanden von Collin et al. [40], die 20 Jahre nach isolierter Defektbehebung der Supraspinatussehne (ohne Vorliegen einer Kalkschulter) untersucht wurden, zeigten nach wie vor statistisch signifikant bessere Ergebnisse als präoperativ.

Im Rahmen von Nachuntersuchungen arthroskopierter Schultern schränkt eine Differenz im Follow-up demnach die Beurteilung des Outcomes nicht ein, da Ergebnisse langfristig konstant bleiben. Es bietet sich lediglich an einen Mindestabstand zur Operation von circa zwei Jahren einzuhalten, wenn man den finalen Zustand von Probanden evaluieren möchte.

### 5.1.5 Vergleichbarkeit beider Gruppen

Bezüglich der Geschlechtsverteilung, dem Alter zum Operationszeitpunkt, der Tatsache, wie häufig der dominante Arm betroffen war und hinsichtlich des präoperativen röntgenologischen Befunds, unterschieden sich beide Gruppen nicht gravierend. Auch in der Visuellen Analogskala für „Schmerz“, „Funktion“ und „Zufriedenheit“, die den präoperativen Status der Probanden beschreibt, lagen keine statistisch signifikanten Abweichungen vor. Diese Punkte wären entscheidende Faktoren, die die Ergebnisse und deren Vergleichbarkeit bei arthroskopischer Kalkdepotentfernung verfälschen könnten. Bei unserer Kohorte sind aufgrund der präoperativ ähnlichen Befunde die Grundvoraussetzungen für eine Gegenüberstellung der Testresultate erfüllt.

Hinsichtlich des Follow-ups lagen signifikante Unterschiede zwischen Débridierten und mit Naht Versorgten vor. Wie zuvor thematisiert (siehe Abschnitt 5.1.4 Follow-up), stellt der Zeitrahmen bis zur Nachuntersuchung keinen limitierenden Faktor dar, solange den Patienten ausreichend Zeit gegeben wurde, ihr persönliches Level zu erreichen (im Rahmen dieser Studie ist dies mit einem Minimum Follow-up von zwei Jahren gewährleistet). Die

Studienlage zeigt, dass anschließend ein konstanter Zustand erreicht wird, der über einen längeren Zeitraum besteht. Eine Varianz im Follow-up der Gruppen unseres Patientenkollektivs hat demnach keine Auswirkungen auf die Vergleichbarkeit und das Outcome.

## 5.2 Präoperative Daten – Konservative Therapie

Untersuchungen bestätigen die großen Erfolge in der konservativen Therapie der Tendinosis calcarea. Cho et al. [33] beschrieben eine signifikante Verbesserung mit 72% guter oder exzellenter Ergebnisse. Es liegen zahlreiche Studien vor, die die einzelnen konservativen Methoden untereinander vergleichen und deren Erfolgsquote dokumentieren.

Auch 96% unserer Probanden versuchten vor dem operativen Eingriff über einen längeren Zeitraum von durchschnittlich zwei Jahren die Tendinosis calcarea konservativ (mit Injektionen, Physio- und Stoßwellentherapie) zu behandeln. Über die Qualität der einzelnen Methoden lässt sich in Bezug auf unsere Probanden keine Aussage treffen. Die Studienteilnehmer waren eine selektierte Kohorte, die wegen frustraner konservativer Therapie operiert wurde. Dennoch ist aufgrund der großen Selbstheilungstendenz des Krankheitsbildes weiterhin primär ein konservatives Vorgehen indiziert.

Viele Autoren nennen einen Zeitrahmen von drei bis sechs Monaten [54], bevor der operative Eingriff durchgeführt werden soll. Patienten von Seil et al. [189] waren mindestens neun Monate, Probanden von Maier et al. [130] im Schnitt 40 Monate konservativ behandelt worden. Mit eingeschlossen waren bei Maier et al. aber keine Patienten, bei denen zum Beispiel eine akute Perforation des Kalkdepots vorlag. Der Zeitrahmen der konservativen Therapie variiert sehr stark. Auch bei unserem Patientengut gab es Teilnehmer, die bereits zehn Jahre mit der Diagnose Tendinosis calcarea lebten, bevor sie sich zum operativen Vorgehen entschieden. Andere waren durch ihre Beschwerden derart eingeschränkt, dass frühzeitig eine Operation vonnöten war.

Sowohl in unserem Patientengut als auch in der Literatur finden zunächst konservative Therapiemöglichkeiten Beachtung. Bei jedem Patienten sollte aufgrund der großen Selbstheilungstendenz der Tendinosis calcarea ein konservativer Ansatz angestrebt werden. Der Zeitrahmen und das weitere Vorgehen sind abhängig von dem genauen Beschwerdebild und den Einschränkungen des jeweiligen Betroffenen.

## 5.3 Operation

### 5.3.1 Intraoperativ erhobene Befunde

Der diagnostische Rundgang ergab bei 39% der RM-Naht Probanden und 52% der Débridierten eine Veränderung der Synovia im Sinne einer Synovitis. Maier et al. [130] beschreiben bei 95% ihrer Patienten intraoperativ eine Synovitis. Von ihnen wurde auch in 76,8% der Fälle eine Tendinitis der langen Bizepssehne beobachtet, vor allem wenn das Kalkdepot an diese angrenzt. Auffälligkeiten der Synovia und der langen Bizepssehne werden allgemein häufiger im Zusammenhang mit einer Tendinosis calcarea festgestellt.

Es wurden bei unserer Kohorte und von anderen Autoren vereinzelt intraoperative Veränderungen am Knorpel, Labrum und des Bizepssehnenankers beschrieben, aber die Anzahl war derart gering, dass nicht von einer Assoziation mit Tendinosis calcarea ausgegangen werden kann. Meist waren diese Befunde unauffällig, was sicherlich damit zu begründen ist, dass dieses Krankheitsbild oft „jüngere“ Patienten betrifft und somit gerade degenerative Begleiterscheinungen (wie zum Beispiel eine Veränderung des Knorpels) eher selten sind.

Das Kalkdepot konnte mit 91,3% am häufigsten im Musculus supraspinatus lokalisiert werden (Débridement-Gruppe=95,65%, RM-Naht=86,95%). Sehr viel seltener mit 6,5% im Musculus infraspinatus und zu 4,35% im Musculus subscapularis. Die im Rahmen dieser Studie beobachtete Verteilung mit zumeist Involvierung des Musculus supraspinatus entspricht auch weitestgehend dem aktuellen Stand der Literatur [9], [95], [129], [189], [222]. Fernandes et al. [66] fanden das Kalkdepot in 76,4%, Porcellini et al. [171] in 74,6%, Ark et al. [3] in 87% der Fälle, andere Autoren in 100% der Fälle [9], [37], [134] im Musculus supraspinatus. Auch wenn in der Literatur eine ganz klare Tendenz bezüglich der Lokalisation des Kalkdepots vorliegt, gilt es zugleich kritisch zu hinterfragen, ob dies nicht der Tatsache geschuldet sein kann, dass Kalkdepots im Musculus supraspinatus bezüglich der Schmerzsymptomatik im Sinne eines Impingementsyndroms den größten Effekt haben und daher häufiger diagnostiziert werden.

Was die Integrität der Rotatorenmanschette betrifft, so wurde sie intraoperativ bei den mit Naht versorgten Probanden durchweg als nicht intakt beschrieben. Auch Porcellini et al. [171] und Yoo et al. [222] vermerken größtenteils Rotatorenmanschettendefekte nach der Kalkdepotentfernung.

Das sich intraoperativ anschließende Procedere variiert in der Literatur. Zumeist wurde die Sehne belassen, débridiert und es folgte keine weitere Behandlung des Rotatorenmanschettengewebes [37], [66], [95], [101], [134], [189]. Andere Autoren hingegen [24], [64], [174], [192] schlossen den Defekt: Ranalletta et al. [174] je nach intraoperativem Befund durch Nahtanker oder Seit-zu-Seit-Nähte, Seyhai et al. [192] mittels Seit-zu-Seit-Naht, Castagna et al. [24] durch Nahtanker. El Shewy et al. [64] strebten erst bei Defekten >50% der Sehnendicke eine Reparatur an. Barrera Cadenas et al. [13] präferierten ab einer Größe >1cm oder einer totalen Ruptur die Naht der betroffenen Sehne. Ähnlich verhielt es sich bei Porcellini et al. [171], die kleinere Defekte (<1cm) nicht weiter behandelten und erst bei größeren die betroffene Stelle nähten.

Die Sehne von 23 unserer untersuchten Schultern wurde nach der Kalkdepotentfernung débridiert und 23 bekamen eine Naht der Rotatorenmanschette. Auswahlkriterium für die Naht war dabei nicht etwa die Größe des Defekts, wie bei Porcellini et al. und anderen Autoren, sondern die Hypothese, dass die Patienten generell nach der Kalkdepotentfernung von einer Naht des Defektes in der Rotatorenmanschette profitieren. Die These basiert auf der Auffassung, dass mit der Kalkdepotentfernung (wenn dieses in der Sehne lokalisiert ist) immer eine Sehnenschädigung einhergeht, gerade, da zumeist Gärtner I/II- und Bosworth II-Depots entfernt werden, die in der Regel eine Größe von 0,5cm überschreiten.

### 5.3.2 Arthroskopische Therapien

#### Kalkdepotentfernung

Wenngleich beispielsweise Tillander et al. [201] nach ausschließlich arthroskopischer subakromialer Dekompression unter Belassung des Kalkdepots in der betroffenen Sehne 1998 klinische Erfolge verzeichnen konnten, wird heute größtenteils die operative Entfernung des Depots angestrebt. Sie gilt als „sicherste und effektivste Behandlung der Tendinosis calcarea“ [194]. Unsere Patienten erhielten alle eine Extirpation des Kalks.

Diskussionsbedarf bereitet vielmehr die Frage nach dem Ausmaß der Kalkherdentfernung. Es gilt beim operativen Vorgehen die Balance zwischen größtmöglicher Kalkentfernung und geringster Schädigung des Sehnengewebes zu finden. Manche Autoren favorisieren es, Kalk in der Sehne zu belassen [64], [184], wobei sie auch klinisch sehr gute Ergebnisse beobachteten [95], teilweise bis zur späteren Spontanresorption des zurückgebliebenen Kalks [64], [189]. El Shewy et al. [64] konnten zudem keine Negativauswirkungen auf das Outcome



von postoperativ persistierendem Kalk erkennen. Andere Autoren empfehlen die komplette Entfernung des Kalkdepots [96], [171], [222]. Untersuchungen von Siebold et al. [194] sollten evaluieren, inwieweit der Einsatz von intraoperativen Bildwandlerkontrollen bei arthroskopischer Kalkentfernung dem reinen arthroskopischen Eingriff überlegen sind. Es zeigten sich bei Eingriffen mit Bildwandlerkontrolle, mit dem Ziel der vollständigen Kalkentfernung, postoperativ signifikant bessere radiologische Ergebnisse und eine komplette Kalkdepotextirpation bei 94% der Patienten. Dadurch war es möglich zugleich die perioperative Morbidität und Anzahl an Revisionseingriffen zu reduzieren. Im Vergleich dazu mussten 17% der anderen Probanden bei persistierendem symptomatischem Kalkherd erneut operiert werden. Revisionseingriffe zur Restkalkentfernung bei weiterbestehenden Schmerzen wurden auch in 9% der Fälle von Ark et al. [3] thematisiert. Beobachtungen von Porcellini et al. [171] sprechen ebenfalls für die komplette Kalkdepotentfernung. Sie sahen das Outcome der Patienten stark verknüpft mit dem Vorhandensein, beziehungsweise Fehlen, von Kalk. Probanden mit Restkalk waren postoperativ verstärkt schmerzgeplagt und hatten einen niedrigeren Constant Score als die Vergleichsgruppe.

In unserem Patientengut kann die Gruppe Rotatorenmanschettennaht stellvertretend für eine komplette Kalkdepotentfernung gesehen werden. Bei 97% dieser Probanden wurde intraoperativ kein Restkalk belassen. Sie alle erzielten sehr gute klinische Resultate. Die Vergleichbarkeit zu Studien, die ebenfalls das Outcome nach vollständiger oder partieller Kalkextirpation evaluieren, ist jedoch eingeschränkt, da bei diesen zumeist keine zusätzliche Naht der Rotatorenmanschette Verwendung fand.

Bei klinisch auffälligen Probanden (n=13) der Débridement-Gruppe, die geröntgt wurden, konnte in 30% der Fälle Restkalk beobachtet werden. Somit besteht auch in unserem Patientenkollektiv eine potentielle Verbindung zwischen Beschwerden- und Kalkpersistenz, was die Theorie der möglichst vollständige Kalkextirpation unterstützt.

### Bursektomie

Bereits Ark et al. [3] und Maier et al. [129] beobachteten bei vielen arthroskopischen Eingriffen im Rahmen der Tendinosis calcarea eine hypertrophe (subakromiale) Bursitis, die eine Bursektomie notwendig machte. Barrera Cadenas et al. [13] und Fernandes et al. [66] führten bei allen Patienten eine Bursektomie durch. Auch unsere Studienteilnehmer hatten durchweg eine intraoperative Bursektomie erhalten. Von diesem Operationsschritt verspricht man sich eine zusätzliche Schmerzreduktion, da die Bursa entweder aufgrund der

mechanischen Reizung oder durch Perforation des Kalkdepots in diese irritiert und entzündlich verändert ist.

Den positiven Resultaten unserer operierten Probanden (die alle eine Bursektomie erhielten) und der Literatur kann entnommen werden, dass bei an Tendinosis calcarea erkrankten Patienten der additiven Bursektomie ein signifikanter Einfluss zugeschrieben werden kann.

### Akromioplastik

Zusätzlich zur Entfernung des Kalkdepots fand bei insgesamt 20 der operierten Schultern eine subakromiale Dekompression statt. Diese von Neer [152] bereits vor Jahrzehnten im Rahmen des Impingementsyndroms angewandte vordere Akromioplastik gilt als Grundlage der heutigen subakromialen Dekompression. Mittlerweile wird sie sehr häufig minimalinvasiv arthroskopisch durchgeführt. Neben dem kosmetischen Aspekt ist durch die Arthroskopie zusätzlich eine sehr gute Beurteilung der Rotatorenmanschette möglich und der Deltamuskel kann intraoperativ geschont werden. Bereits in der Literatur wurde diskutiert, inwieweit eine Akromioplastik Auswirkungen auf das Outcome bei Tendinosis calcarea hat [8], [88]. Molé et al. [147] und Strauss et al. [198] beobachteten keine besseren klinischen Ergebnisse bei Patienten, die zusätzlich eine Akromioplastik erhalten hatten. Die Analysen von sechs Studien und 294 operierten Schultern durch Verstraelen et al. [206] sprachen ebenso wenig für relevante Unterschiede. Auch bei unseren Probanden lag diesbezüglich kein signifikanter Unterschied in den einzelnen erhobenen Scores vor. Allerdings ist dieser Vergleich limitiert, da vor allem Patienten intraoperativ eine subakromiale Dekompression erhalten, deren anatomische Gegebenheiten diese fordern. Durch die Akromioplastik kann mittels Abtragung knöcherner Substanz der Raum unter dem Schulterdach erweitert und eine Impingementsymptomatik gemindert werden. Nicht bei jedem Patienten ist dieser Operationsschritt nötig. Daher ist schlüssig, dass Probanden ohne subakromiale Dekompression vergleichbare Resultate erzielen. Wie auch Strauss et al. beschrieben haben, gibt es keinen Grund bei allen an Tendinosis calcarea erkrankten Patienten standardisiert eine Akromioplastik durchzuführen. Es ist sinnvoll, dass der Operateur anhand präoperativer Bilder und intraoperativ evaluiert, inwiefern die Akromioplastik indiziert ist.

Bei sinnvollem Einsatz der subakromialen Dekompression sind klinische Ergebnisse vergleichbar mit Probanden, deren Schulteranatomie diesen Operationsschritt nicht fordern. Dies zeigt sich in unserem Patientengut, in dem die additive Akromioplastik keinen signifikanten Einfluss auf das Outcome hatte.

## 5.4 Daten der Nachuntersuchung

### 5.4.1 Visuelle Analogskala

Vor dem operativen Eingriff hatten alle unserer Probanden eine ähnlich ausgeprägte Schmerzsymptomatik. Sie waren bezüglich der Funktion vergleichbar stark eingeschränkt und hatten ein ähnlich niedriges Level hinsichtlich der Zufriedenheit. Im präoperativen Vergleich unterschieden sich die Probanden beider Gruppen nicht statistisch signifikant

Bei allen Probanden zeigte sich eine statistisch hochsignifikante Verbesserung der postoperativen Werte im Vergleich zu den präoperativ erhobenen. Das Signifikanzniveau wurde in der RM-Naht-Gruppe für „Schmerz“ ( $p=0,000022$ ), „Funktion“ ( $p=0,000037$ ) und für „Zufriedenheit“ ( $p=0,000018$ ) unterschritten. Bei den Débridierten ergab die Analyse ebenfalls signifikant bessere postoperative Resultate in den Kategorien „Schmerz“ ( $p=0,000024$ ), „Funktion“ ( $p=0,000025$ ) und „Zufriedenheit“ ( $p=0,000018$ ). Dies spricht für eine generell sehr hohe Erfolgsrate bei arthroskopischen Eingriffen im Rahmen der Tendinosis calcarea mit Schmerzreduktion, Wiedererlangen der Funktion und großer Zufriedenheit der Patienten. In der Folge wird nun genauer auf die Werte der Visuellen Analogskala im Vergleich zur gängigen Literatur eingegangen.

#### Schmerz

Arbeitskreis	Publiziert [Jahr]	n	Follow-up	VAS Schmerz
„Eigene Studie“	2019	23 23	77 Monate 40 Monate	0,78 Débridement 0,13 RM-Naht
Castagna et al. [24]	2016	12	6 Monate 12 Monate	2,7±1,1 1,1±1,4
Clement et al. [37]	2015	77 75	6 Wochen 12 Monate	4,4 SAD/4,5 kein SAD 1,6 SAD/2,5 kein SAD
Hofstee et al. [88]	2007	40	Mindestens 3 Jahre	4,3 2,9 (in Ruhe)
Ranalletta et al. [174]	2015 (Naht)	30	35 Monate	0,8
Ranalletta et al. [175]	2016 (Naht)	24	59 Monate	0,6±0,3
Rubenthaler et al. [183]	2003	14	17 Monate	1,6
Sabeti et al. [185]	2014	20	9 Monate	1,94±2,07
Seyahi et al. [192]	2009	25	38 Monate	0,2±0,5; (range 0-2)

**Tabelle 21:** Literaturvergleich VAS für „Schmerz“.

Präoperativ lagen bei all unseren Probanden starke Nachtschmerzen vor. Auch Tillander et al. [201], Ark et al. [3] und andere Autoren konnten dieses Phänomen bei all ihren Studienteilnehmern beobachten.

Die durchweg sehr guten postoperativen Resultate unserer beiden Gruppen waren zugleich statistisch signifikant besser in der Gruppe der Rotatorenmanschettennaht-Probanden. Bezüglich der Visuellen Analogskala für „Schmerz“ (vergleiche Tabelle 21) erzielten unsere Studienteilnehmer postoperativ 0,78 (Débridement) beziehungsweise 0,13 (RM-Naht) von zehn maximalen Schmerzpunkten. Rubenthaler et al. [183] erfassten bei ihren Nachuntersuchungen (bei Arthroskopierten mit einem mittleren Follow-up von 17 Monaten) einen Wert von 1,6. Einen vergleichbaren Wert von im Schnitt 1,94 (Follow-up von neun Monaten, arthroskopische Kalkextirpation) konnten Sabeti et al. [185] erheben. Seyahi et al. [192] (im Schnitt 38 Monate nach OP, Probanden mit arthroskopischer Kalkentfernung) hatten in der VAS für „Schmerz“ 0,2 ( $\pm 0,5$ ; range 0-2) von zehn Punkten. Unsere beiden Gruppen wiesen einen signifikanten Unterschied bezüglich des Aspektes „Schmerz“ zugunsten der RM-Naht-Probanden auf (0,13 Punkte). Im Vergleich dazu sind die erhobenen Werte von Seyahi et al. mit 0,2 für Probanden ohne Naht der Rotatorenmanschette nicht unterlegen. Eine größere Differenz zeigt sich bei einer Gegenüberstellung mit den Kurzzeitergebnissen von Clement et al. [37], deren Patienten im Mittel 4,5 (nach sechs Wochen) beziehungsweise 2,1 (nach 12 Monaten) auf der Visuellen Analogskala erzielten und somit postoperativ noch schmerzgeplagter waren. Dies war auch bei Hofstee et al. [88] der Fall, die nach der Kalkdepotentfernung bei Aktivitäten einen mittleren Schmerzscore von 4,3 und in Ruhe von 2,9 erhoben. Ranalletta et al. [174], die nach Kalkextirpation das Sehnengewebe nähten, hatten zum Untersuchungszeitpunkt praktisch schmerzfreie Patienten mit einem Wert der Visuellen Analogskala von 0,8 ( $\pm 0,3$ ). Auch bei einer weiteren Studie von Ranalletta et al. [175] konnten exzellente Ergebnisse mit 0,6 von zehn Schmerzpunkten bei additiver Naht vermerkt werden.

Der Literaturvergleich ergab gute Ergebnisse für die verschiedenen thematisierten Verfahren. Die Tendenz ist sowohl in der Literatur, als auch in unserem Patientengut dahingehend, dass Probanden mit Rotatorenmanschettennaht im Schnitt noch weniger schmerzgeplagt sind als Patienten, deren Kalkdepot entfernt und die Sehne im Anschluss débridiert wurde.

### Funktion

Berücksichtigung findet die Funktion des Armes bei anderen Autoren zum Beispiel durch Beurteilung des Bewegungsausmaßes oder durch Fragen, die in andere Scores miteinfließen.

Eine Visuelle Analogskala für „Funktion“ wurde in der Literatur selten angewandt, sodass der direkte Vergleich nicht möglich ist. Unsere Probanden hatten postoperativ eine gute Funktion mit einem signifikanten ( $p=0,008$ ) Unterschied zugunsten der RM-Naht-Gruppe (vergleiche Débridement=8,78; RM-Naht=9,57). Maier et al. [129] verzeichneten bei 88,6% ihrer Probanden keinerlei relevante Funktionseinschränkungen zum Untersuchungszeitpunkt.

### Zufriedenheit

Arbeitskreis	Publiziert [Jahr]	n	Alter der Probanden [Jahre]	Follow-up [Monate]	Prozentsatz exzellenter/guter Resultate [%]
„Eigene Studie“	2019	46	45 (range 31-55) 49 (range 33-63)	77 40	95,7% Débridement 100% RM-Naht
Ark et al. [3]	1992	23	49 (range 33-60)	26 (range 12-47)	91%
Fernandes et al. [66]	2010	55	42 (range 30-64)	31 (range 12-70)	95%
Molé et al. [147]	1995	112	44 (range 27-67)	21	89 %
Ranalletta et al. [174]	2015 Naht	30	49,2	35 (range 24-88)	96,2%
Ranalletta et al. [175]	2016 Naht	24	36 (range 26-60)	59 (range 24-108)	96,2%
Seil et al. [189]	2006	54	45 (range 29-62)	2	94%
Yoo et al. [222]	2010 Naht	35	51	31 (range 24-45)	89% Nahtanker 100% kein Nahtanker

**Tabelle 22: Häufigkeitsverteilung guter/exzellenter Resultate in der Literatur.**

Auch bezüglich einer Visuellen Analogskala für „Zufriedenheit“ gibt es keine direkte Vergleichsmöglichkeit in der Literatur. Allerdings verarbeiten einige Autoren, wie viele ihrer Patienten mit dem Resultat generell zufrieden sind. Unsere Patienten beider Gruppen waren über das Ergebnis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung vorwiegend sehr glücklich. 100% der Rotatorenmanschettennaht-Gruppe und 95,7% der Débridierten würden die Operation wiederholen lassen. Wenn „10“ als Zahl die maximale Zufriedenheit ausdrückt, so gaben Probanden mit Naht im Schnitt 9,83 und Débridierte 9,09 auf der Visuellen Analogskala an. Die Arbeitsgruppe um Ranalletta et al. [174], [175], die Defekte der Rotatorenmanschette nach einer Kalkdepotentfernung ebenfalls nähten, berichten jeweils von 96,2% zufriedener Patienten. Bei den Autoren Hofstee et al. [88] (keine Naht) waren es 84%. 100% der

Probanden von Barrera Cadenas et al. [13] (arthroskopische Kalkextirpation und Naht bei Defekten >1cm) waren glücklich mit ihrem Gesundheitszustand und alle würden die Operation wiederholen lassen. Weitere Arbeitsgruppen, die nach der Kalkdepotentfernung das Sehngewebe nicht zusätzlich behandelten, publizierten hohe postoperative Erfolgsraten. So verzeichneten Fernandes et al. [66] sehr gute Testresultate nach einer Kalkdepotentfernung bei 95% und Ark et al. [3] sehr gute bis zufriedenstellende bei 91% ihrer Patienten. Seil et al. [189] hatten zu 94% exzellente, beziehungsweise sehr gute Ergebnisse (siehe auch Tabelle 22).

Im Literaturvergleich konnte kein klarer Unterschied bezüglich verschiedener Therapieoptionen und der Zufriedenheit herausgearbeitet werden (siehe auch Yoo et al. [222]). Im Ergebnis ist die arthroskopische Therapie der Tendinosis calcarea erfolgsversprechend und geht mit einer sehr hohen Rate an zufriedenen Patienten einher. Unser Kollektiv weist generell sehr gute, aber noch bessere Ergebnisse in der Gruppe Rotatorenmanschettennaht auf.

#### 5.4.2 Simple Shoulder Test

Von 12 positiv zu bewertenden Fragen konnten unsere Probanden im Schnitt 10,04 in der Débridement- und 11,57 in der RM-Naht Gruppe mit „Ja“ beantworten. Je mehr Fragen bejaht wurden, desto besser der Gesundheitszustand. Bei Castagna et al. [24] brachte die Nachuntersuchung der Patienten nach einer Kalkdepotentfernung und Reparatur des Defekts der Rotatorenmanschette einen vergleichbar guten Punktwert von durchschnittlich 9,6 hervor.

Wie zuvor bei der Ergebnisdarstellung formuliert, waren die wenigen „Negativ“-Antworten, vor allem der Débridement Probanden, auf zeitweise Nachschmerzen, das Hochheben (4kg auf Scheitelhöhe) und Tragen (10kg seitlich am Körper) schwerer Lasten sowie Ballweitwurf von 20m zurückzuführen, was stellenweise auch schultergesunden Personen Probleme bereiten kann.

In der Literatur finden sich keine weiteren Angaben zur genauen Verteilung der einzelnen Fragen bei anderen Studiengruppen, sodass kein Vergleich dahingehend möglich ist, inwieweit sich diese beschriebenen Tendenzen auch bei anderen widerspiegeln.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass unsere Nachuntersuchungen bessere Ergebnisse im Simple Shoulder Test bei Patienten, die mit einer additiven Rotatorenmanschettennaht behandelt wurden, hervorbrachten.

### 5.4.3 ASES Score

Arbeitskreis	Publiziert [Jahr]	n	Alter der Probanden [Jahre]	Follow-up	ASES Score
„Eigene Studie“	2019	46	45 49	77 Monate 40 Monate	88,9 Débridement 98,31 RM-Naht
Balke et al. [9]	2012	70	54 (range 39-78)	6 Jahre (range 2-13)	82,7
Castagna et al. [24]	2016	12	51,3±5,6	6 Monate 12 Monate	99,1±8,7 113±8
El Shewy et al. [64]	2011	54	49 (range 37-45)	7-10 Jahre	95±8,2
Yoo et al. [222]	2010	35	51	31 Monate (range 24-45)	89,3±15,8 Nahtanker 88,8±10,6 kein Nahtanker

**Tabelle 23: Literaturvergleich ASES Score.**

El Shewy et al. [64] erhoben bei Nachuntersuchungen ihrer Patienten nach der arthroskopischen Kalkdepotentfernung (keine Naht, nur bei Defekten die >50% der Sehnendicke betrafen) einen ASES Score von durchschnittlich 95 von 100 Punkten. Unsere Probanden erzielten 88,9 (Débridement) beziehungsweise 98,31 (RM-Naht) von 100 Punkten im ASES Score. Balke et al. [9] berechneten Werte von durchschnittlich 82,7 nach einer arthroskopischen Kalkdepotentfernung (ohne Rotatorenmanschettennaht), die mit unserer Débridement-Gruppe vergleichbar sind. Die gesunde Schulter wurde bei dieser Arbeitsgruppe mit im Schnitt 92,2 von 100 Punkten bewertet. Demnach erzielten die mit Naht versorgten Probanden unserer Studiengruppe, auch bei Gegenüberstellung der Ergebnisse mit den Werten von Balke et al., deutlich bessere Resultate. Das Outcome war in diesem Fall mit Schultergesunden vergleichbar. Während unsere Nachuntersuchungen signifikante Unterschiede zwischen Probanden, die débridiert wurden beziehungsweise eine Rotatorenmanschettennaht erhielten, hervorbrachte, beobachteten Yoo et al. [222] keine signifikanten Unterschiede zwischen zwei Patientengruppen, die ebenfalls aus mit oder ohne Naht versorgten Teilnehmern bestand. Der ASES Score war aber auch bei dieser Studie mit etwa 89 sehr zufriedenstellend.

Generell ist ein sehr hoher Punktwert im ASES Score nach arthroskopischer Kalkextirpation zu erheben (siehe auch Tabelle 23). Anhand der Literatur lassen sich bisher keine Tendenzen oder signifikant bessere Werte herausarbeiten, die für ein bestimmtes Operationsverfahren sprechen. Unsere Untersuchungen legen nahe, dass Patienten von einer zusätzlichen Naht der

Rotatorenmanschettennaht gegenüber dem reinen Débridement profitieren und einen besseren ASES Score erreichen.

#### 5.4.4 Constant Murley Score

Arbeitskreis	Publiziert [Jahr]	n	Alter der Probanden [Jahre]	Follow-up	Constant Score
„Eigene Studie“	2019 Naht	46	45 (range 31-55) 49 (range 33-63)	77 Monate 40 Monate	80,56 Débridement 86,2 RM-Naht
Balke et al. [9]	2012	70	54 (range 39-78)	6 Jahre (range 2-13)	76,2±20,8
Barrera Cadenas et al. [13]	2010 Naht	18	46 (range 33-63)	6 Monate (range 7-60)	97,6 (range 72-100)
Castagna et al. [24]	2016 Naht	12	51,3 ± 5,6	6 Monate 12 Monate	80±8,9 90±4,9
Clement et al. [37]	2015	77 75	49 (range 32-75)	6 Wochen 12 Monate	62,2 SAD/64,1 kein SAD 82,4 SAD/77,5 kein SAD
El Rassi et al. [63]	2016	81	55 (range 33-81)	75 Monate	88 mit SAD 67 keine SAD
El Shewy et al. [64]	2011 Naht	54	49 (range 37-45)	7-10 Jahre	97,8±6,2
Jacobs et al. [95]	2006	57 (61)	48	15 Monate (range 3-53)	75,5±15 kein Restkalk 79,5±1,3 Restkalk
Maier et al. [129]	2014	105 (82)	50 (range 32-68)	34 Monate (range 24-108)	91,1±8,3 104,2%±8,2%
Maier et al. [130]	2013	102	50,6 (range 31-68)	37,3 Monate (range 24-83)	89,5±9,5 kein Restkalk 86,1±12,9 Restkalk
Molé et al. [147]	1995	112	44 (range 27-67)	21 Monate	84/82/77
Porcellini et al. [171]	2004 Naht	95	37 (range 28-44)	36 Monate (range 24-60)	86,4 (range 63-100)
Ranalletta et al. [174]	2015 Naht	30	49,2	35 Monate (range 24-88)	85,3±12,8



Ranalletta et al. [175]	2016 Naht	24	36,2 (range 26-60)	59 Monate (range 24-108)	89,7±1,3
Sabeti et al. [185]	2014	20	47,55	9 Monate	90,33±14,7
Seil et al. [189]	2006	54	45 (range 29-62)	24 Monate	90,9±13
Seyahi et al. [192]	2009 Naht	25	45 (range 26-83)	38 Monate (range 4-69)	100 (range 80-100)
Siebold et al. [194]	2003	36		3 Monate	73
Yoo et al. [222]	2010 Naht	35	51	31 Monate (range 24-45)	86,2±13,6 Nahtanker 87,0±16 kein Nahtanker

**Tabelle 24: Literaturvergleich Constant Score.**

Unsere Probanden erreichten im nicht modifizierten (nicht alters- und geschlechtsadaptierten) Constant Score im Schnitt 80,56 (Median:82,3, range 51,8-100) in der Débridement- und 86,2 Punkte (Median:85,5, range 67-100) in der RM-Naht-Gruppe. Damit ähneln die Ergebnisse des Constant Scores den allgemeinen Testresultaten des Literaturvergleichs (siehe Tabelle 24). Würde man den modifizierten alters- und geschlechtsadaptierten Score berücksichtigen, so wäre bei den Débridierten ein Wert von 98,83% und unter den Probanden mit Rotatorenmanschettennaht von 109,13% zu beobachten.

Im Literaturvergleich wird auf Studien zurückgegriffen, bei denen eine arthroskopische Kalkdepotentfernung durchgeführt wurde. Alle Autoren wollten das Outcome ihrer Probanden beurteilen und betrachteten Kurz-, Mittel- [9] oder Langzeitergebnisse [64]. Einige Arbeitsgruppen hatten die Zielsetzung, das Outcome nach arthroskopischer Operation [13], [95] (stellenweise auch im Vergleich zum Needling [24] oder zur offenen Operation) zu evaluieren. Andere wollten herausfinden, ob eine subakromiale Dekompression [37] oder Akromioplastik [174] Auswirkungen auf das Testresultat hat, oder inwieweit es sinnvoll ist das Kalkdepot partiell beziehungsweise komplett zu entfernen [130].

Niedrigere Werte im Constant Score, verglichen mit unserer Arbeitsgruppe, erhoben beispielsweise Balke et al. [9] mit im Schnitt 76, El Rassi et al. [63] mit 67/88, oder Siebold et al. [194] mit durchschnittlich 73 von 100 Punkten. Bei all diesen Studiengruppen erfolgte nach arthroskopischer Kalkextirpation keine Naht der Sehne.

Sehr gute Ergebnisse erzielten Seyahi et al. [192]. Bei dieser Arbeitsgruppe, die nach Entfernung des Kalkdepots Defekte mit ein oder zwei Seit-zu-Seit-Nähten schlossen, lag der mittlere Wert bei 100. Auch El Shewy et al. [64] (Naht bei Defekten >50% der Sehnendicke) und Barrera Cadenas et al. [13] (Naht bei Defekten >1cm) verzeichneten mit 97,8 beziehungsweise 97,6 Punkten exzellente Effekte.

Autoren, die tendenziell in Erwägung ziehen (größere) Defekte der Rotatorenmanschette intraoperativ mittels Naht wieder zu verschließen, so zum Beispiel Barrera Cadenas et al. [13], Castagna et al. [24], Ranalletta et al. [174], [175], Seyahi et al. [192] und Yoo et al. [222], hatten im Constant Score hohe Punktwerte von 85,3–100. Auch Arbeitsgruppen ohne Naht der Sehne (unter anderem Balke et al. [9], Clement et al. [37], Jacobs et al. [95], Maier et al. [129], [130], Seil et al. [189]) erhoben gute Ergebnisse mit Constant Scores von 73-97,8 Punkten. Mit den gängigen Scores sind geringe Unterschiede bei den generell sehr guten Resultaten schwer zu erfassen. Unsere Probanden mit Rotatorenmanschettennaht hatten signifikant bessere Ergebnisse im Constant Score. Im Literaturvergleich spiegelt sich wider, dass Probandengruppen, bei denen Operateure stellenweise (bei größeren Defekten) oder grundsätzlich eine Naht der Sehne vornehmen, ebenfalls exzellente Werte im Constant Score erreichen.

Begutachtet man die einzelnen Untergruppen des Constant Scores (bestehend aus: Schmerz, Aktivitäten des täglichen Lebens, Beweglichkeit und Kraft) genauer, so fällt bei unseren Probanden auf, dass in fast allen Bereichen die Punkte sehr nahe am Optimum liegen, abgesehen vom Faktor „Kraft“. Durchschnittlich erzielten die Débridierten 11,28 und die RM-Naht Probanden 12,22 von 25 möglichen Punkten. Auch bei Balke et al. [9] ist die größte Abweichung vom Maximalwert mit 15,1 von 25 Punkten in der Untergruppe „Kraft“ zu erkennen. Beim eigenen Patientengut wurde zusätzlich eine Isobex-Kraftmessung der jeweils gesunden Schulter der Probanden durchgeführt, um die mögliche Leistung des Probanden einschätzen zu können. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zur operierten Seite verzeichnet. Daher scheint es bei Isobex-Kraftmessung der Rotatorenmanschette schwer zu sein das geforderte Optimum (auch bei gesunden Schultern) zu erreichen. Gleichzeitig schließt sich die Frage an, wie die Kraftmessung bei den anderen Arbeitsgruppen im Detail durchgeführt wurde. Die Position des Armes [61], das Messgerät und viele weitere Faktoren beeinflussen das Resultat. Aufgrund immer wieder aufkommender Kritik hinsichtlich Messungenauigkeiten bei Ermittlung des Constant Scores (insbesondere für den Unterpunkt „Kraft“) haben sich auch andere Autoren damit beschäftigt [10], [87]. Wünschenswert wäre

zukünftig eine standardisierte einheitliche Erhebung der Untergruppe „Kraft“ für den Constant Score, bei der feste Parameter und Vorgaben eine identische Datenerhebung gewährleisten.

An dieser Stelle gilt es erneut kritisch darauf hinzuweisen, dass die Ergebnisse allgemein vorsichtig zu vergleichen sind. Die Autoren hatten unterschiedliche Zielsetzungen, ein variierendes Follow-up, einige gaben den Median, andere den Mittelwert an, manche verwendeten den alters- und geschlechtsadaptierten Constant Score, andere hingegen nicht. Auch gibt es bei der Erfassung der Zahlenwerte des Scores sicherlich eine große Varianz, abhängig von den jeweiligen Untersuchern. Die Kraftmessung wurde bei uns mit dem Isobex-Kraftmessgerät durchgeführt, dies erfolgt nicht bei allen Arbeitsgruppen in dieser Art und Weise. Diese Punkte sind Störfaktoren für die Datenerhebung und anschließende Gegenüberstellung.

Zusammenfassend kann anhand des Literaturvergleichs nicht generell herausgearbeitet werden, ob eine Naht des Rotatorenmanschettendefekts mit einem hohen Punktwert im Constant Score einhergeht. Sowohl Arbeitsgruppen, die nur das Kalkdepot entfernten ohne Weiterbehandlung der Sehne, als auch Autoren, die eine Naht präferierten, verzeichneten zufriedenstellende Resultate. In unserem Patientenkollektiv erzielten Probanden beider nachuntersuchter Gruppen allgemein sehr gute klinische Ergebnisse im Constant Score. Studienteilnehmer mit Rotatorenmanschettennaht waren Débridierten gegenüber aber dennoch statistisch signifikant überlegen. Die Daten von Probanden, bei denen Operateure anderer Studiengruppen generell oder stellenweise eine Naht des Defektes vornehmen, sind aber auch in der Literatur exzellent und unterstreichen unsere erhobenen Werte.

### 5.4.5 Klinische Untersuchung

#### Präoperativ

Unsere Kohorte wies zu 98% präoperativ positive Impingementzeichen auf. Bei anderen Autoren verhielt es sich ähnlich. Alle Patienten von El Shewy et al. [64] hatten vor dem Eingriff einen positiven Painful-arc, Hawkins- und Neer-Test, so auch bei Tillander et al. [201]. Das sich häufig im Musculus supraspinatus befindende Kalkdepot und die damit verbundene Enge im subakromialen Raum mit Reizung und Irritation der Bursa subacromialis, sind ursächlich für die Impingement Symptomatik beim Krankheitsbild der Tendinosis calcarea.

Während viele Rotatorenmanschettentests negativ waren, konnten wir eine Häufung für einen positiven beziehungsweise schmerzhaften Jobe-Test feststellen. Diese Auffälligkeit lässt sich mit der zumeist im Musculus supraspinatus beobachteten Lokalisation des Kalkdepots erklären.

50% der Patienten empfanden Untersuchungen im Bereich der Bizepssehne schmerzhaft oder konnten die geforderten Bewegungen nicht ausführen. Die zuvor thematisierte, auch intraoperativ öfters diagnostizierte, Tendinitis der langen Bizepssehne [130] passt zu diesem Phänomen.

### Postoperativ

Nach der Operation im Rahmen der Nachuntersuchung war bei unseren Probanden mit Rotatorenmanschettennaht die Schulteruntersuchung unauffällig, es lagen keine positiven Tests vor. Bei den Débridierten war die zuvor im Unterpunkt „Bizepssehnenpathologien“ thematisierte und beschriebene Häufung von Auffälligkeiten bezüglich der Bizepssehne zu beobachten. Dieser Sachverhalt wirft die Frage auf, ob es zu einer persistierenden Schädigung des Bizeps/der Bizepssehne beim Débridement kommen kann.

Eine generelle Assoziation von (größeren) Rotatorenmanschettendefekten (unabhängig des Krankheitsbildes Tendinosis calcarea) und Bizepssehnenauffälligkeiten wurde in der Literatur bereits beschrieben [30], [52], [56], [120], [208]. Aufgrund der anatomischen Gegebenheiten verläuft der lange Kopf der Bizepssehne zunächst intraartikulär und verlässt das Gelenk durch das Rotatorenintervall zwischen den Musculi supraspinatus und subscapularis und liegt anschließend im Sulcus intertubercularis des Humerus. Diese räumliche Nähe zur anterioren und superioren Rotatorenmanschette bedingt das häufig kombinierte Vorliegen von Pathologien beider Strukturen. Es ist zudem schlüssig, dass gerade die häufig im Musculus supraspinatus lokalisierten Kalkdepots aufgrund der anatomischen Gegebenheiten mit Auffälligkeiten der Bizepssehne (wie auch intraoperativ bei unserem Patientengut beschrieben) einhergehen können. Unsere postoperativ häufig beobachteten Beschwerden der Bizepssehne bei Probanden der Débridement-Gruppe wirft die Vermutung auf, dass beim Débridement die räumlich nahe Bizepssehne in einigen Fällen im nicht einsehbaren Sulcus intertubercularis nicht ausreichend geschont wird. In der Literatur wurden bisher keine Auffälligkeiten dieser Art beschrieben, daher sollte man in nachfolgenden Studien sein Augenmerk auch vermehrt auf diesen Sachverhalt richten.

## 5.5 Bildgebende Diagnostik

### 5.5.1 Röntgen

Die Probanden unserer Studie wurden bei der präoperativen Evaluation des Kalkdepots größtenteils Gärtner I zugeordnet (vergleiche: Débridement 83%, RM-Naht 74%). Depots vom Typ Gärtner I befinden sich zumeist in der Formations- oder Ruhephase und können durch die persistierende Schmerzsymptomatik letztendlich eine Operationsindikation darstellen. Auch bei Patienten von Jacobs et al. [95] war diese Verteilung mit 87% Gärtner Typ I Kalkdepots zu erkennen. Bei Jacobs et al. waren mit 1,6% kaum Kalkdepots Gärtner Typ III beobachtet worden. Unsere Studienteilnehmer hatten keine Verkalkungen, die der Resorptionsphase entsprechen (Gärtner Typ III). Dies ist insofern schlüssig, da die Resorptionsphase zumeist mit dem anschließenden Kalkabbau und Remodelling des Sehnengewebes einhergeht. Daher würde man Patienten in diesem Stadium prinzipiell empfehlen, den Spontanverlauf abzuwarten und eine Operation nur bei Beschwerden durch eine persistierende chronische Bursitis in Erwägung ziehen. Der Eingriff würde dann aus einer Bursektomie, gegebenenfalls mit Needling der Rotatorenmanschette, bestehen. Eine signifikante Sehnenschädigung ist dabei nicht zu erwarten.

Die Größe des Kalkdepots lag mehrheitlich zwischen 0,5–1,5cm (Bosworth II). Circa 52% der Probanden mit RM-Naht und 70% der Débridierten konnten Bosworth II zugeordnet werden. Bei Tillander et al. [201] verhielt es sich ähnlich. Etwa 60% der Patienten hatten Kalkdepots mit der Abmessung von 0,5-1,5cm.

Andere Autoren [13], [37], [95], [171] wählten abweichende Größen zur Einteilung des Kalkdepots. So gab es beispielsweise bei Porcellini et al. [171] Gruppe A (<1cm), B (1-2cm) und C (>2cm). Unter Berücksichtigung der präoperativen Kalkdepotgröße wurde das Outcome anhand des Constant Scores bestimmt und es konnten bei Porcellini et al. keine Unterschiede im postoperativen Constant Score beobachtet werden. Während präoperativ ein schlechterer Constant Score bei größeren Depots festgestellt wurde, waren die Ergebnisse bei der Nachuntersuchung davon unbeeinflusst. Unsere Befunde zeigen ebenfalls keine Verbindung zwischen präoperativer Kalkgröße und postoperativem Outcome. Die Probanden beider Gruppen wiesen keine signifikanten Unterschiede im Constant-, ASES Score und der VAS (für Schmerz, Funktion, Zufriedenheit) auf. Lediglich der Simple Shoulder Test der Débridierten war bei Probanden mit kleineren Depots überlegen. Die untereinander sehr ähnlichen Testresultate nach einer Kalkdepotentfernung in der Rotatorenmanschettennaht-

Gruppe trotz variierender Kalkherdgröße können dafür sprechen, dass sich das Sehnengewebe durch Rekonstruktion gut regeneriert und die eigentliche Defektgröße zum Operationszeitpunkt nicht ausschlaggebend ist.

Während die präoperative Kalkdepotgröße unseres Patientenkollektivs keine Effekte auf das postoperative Resultat hatte, kann diese aber für die Indikationsstellung zur Operation entscheidend sein. Eine Schmerzsymptomatik im Rahmen des Impingementsyndroms ist für viele Patienten ein limitierender Faktor. Die mechanische Reizung subakromial nimmt bei größeren Kalkherden zu und demnach auch die Impingementwahrscheinlichkeit. Somit gehen große Kalkdepots nicht zwangsläufig mit einem schlechteren Outcome einher, aber es ist anzunehmen, dass bei ihnen häufiger die Notwendigkeit für eine Operation besteht.

Eine deutliche Korrelation konnten Porcellini et al. [171] aber bezüglich postoperativ persistierendem Kalk und schlechteren Testresultaten sehen. Auch die Untersuchungen von Ranalletta et al. [175] sprechen für eine komplette Kalkextirpation und ein damit einhergehendes besseres Outcome der Patienten. War der Kalk intraoperativ komplett entfernt worden, konnten Probanden von Porcellini et al. [171] einen Constant Score von im Schnitt  $96,8 \pm 3,7$  erheben. Bei bestehenden Mikroverkalkungen wurden hingegen im Mittel  $84,4 \pm 5,7$  und bei Kalk  $< 1\text{cm}$   $79 \pm 2,2$  Punkte von 100 möglichen erzielt. Gerade in den Untergruppen „Schmerz“ und „Kraft“ konnten die größten Unterschiede postoperativ beobachtet werden. Hashiguchi et al. [83] plädieren ebenfalls für die komplette Kalkextirpation, auch wenn aufgrund dessen im Anschluss eine Reparatur der Rotatorenmanschette nötig ist. Jacobs et al. [95] wiederum, die einen ähnlichen Ansatz wählten, verzeichneten diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede.

Von den wenigen Probanden unserer Studienteilnehmer, die postoperativ wegen klinischer Auffälligkeiten geröntgt wurden (alle der Gruppe Débridement zugehörig), hatten 30% nachweisbare Verkalkungen im Röntgenbild, zumeist Kalkdepots Bosworth I. Somit konnten wir beobachten, dass klinische Auffälligkeiten in manchen Fällen mit weiterbestehenden Verkalkungen einhergehen, die einen möglichen negativen Einfluss auf das postoperative Ergebnis haben. Allerdings ist dieser Vergleich nicht optimal, da bei unserem Patientenkollektiv aufgrund des Strahlenschutzgesetzes nur dann geröntgt wurde, wenn ein Grund, also eine medizinische Indikation, bestand. Es ist genauso gut möglich, dass bei anderen, klinisch gänzlich unauffälligen Probanden, ebenfalls im Röntgenbild persistierende Kalkdepots deutlich geworden wären.

### 5.5.2 MRT

Durch die bildgebende Diagnostik mittels Magnetresonanztomographie wurde das Gewebe der Rotatorenmanschette näher betrachtet und beurteilt.

Wie im Abschnitt der Fragestellung bereits thematisiert, gibt es keine einheitliche Meinung, inwieweit eine Koexistenz von Tendinosis calcarea und Rotatorenmanschettenrissen vorliegt. Einige Autoren sehen keinen Zusammenhang [17], [139], andere beschreiben eine Korrelation der Krankheitsbilder [90], [102], [217]. Bei Entfernung des Kalkdepots entsteht ein Defekt der Sehne, der bei unseren Studienteilnehmern entweder débridiert oder genäht wurde.

Vorherige Studien legen nahe, dass bei Defekten der Rotatorenmanschette (Genese unabhängig von Tendinosis calcarea) das Patientenalter und die Sehnenqualität das postoperative Ergebnis [35], [166] und auch allgemein die Heilung der Sehne entscheidend beeinflussen [28], [75], [85], [166], [209]. Es konnte gezeigt werden, dass bei Probanden mit zunehmender Verfettung (negativ prognostisches Zeichen) des Sehnengewebes signifikant häufiger (Re-)Rupturen auftraten [39], [51], [104], [106]. Im Umkehrschluss könnte eine rechtzeitige Reparatur eines Muskeldefekts die Qualität der Sehne positiv beeinflussen [41], [99], [220]. Bei massiven Rissen konnten Untersuchungen von König et al. [111] zeigen, dass eine Reparatur mittels Rotatorenmanschettennaht im Kurz- und Langzeit-Follow-up dem Débridement überlegen ist.

Durch das Anfertigen von Schnittbildern mittels Magnetresonanztomographie untersuchten wir das Sehnengewebe der operierten Schultern unserer Patienten genauer. Bei keinem Probanden lag ein kompletter Defekt der Sehne vor. Dieser Sachverhalt spricht für eine generell sehr gute Heilung von Rotatorenmanschettendefekten im Rahmen der Tendinosis calcarea. Im Vergleich dazu ist beispielsweise bei Naht von degenerativen Sehnendefekten in Untersuchungen von Kim et al. [107] eine Re-Rupturrate von durchschnittlich 22% zu beobachten. Bei Patienten mit sehr großen, massiven Defekten verzeichneten Shimokobe et al. [193] 25% Re-Rupturen.

In der Klassifikation nach Sugaya zeigten sich signifikant bessere Ergebnisse der Sehnenintegrität in der Gruppe der Rotatorenmanschettennaht. Während bei wenigen Patienten der Débridement-Gruppe bereits Sugaya III vorlag, also eine Reduktion des Sehnengewebes (bei erhaltener Kontinuität) auf mehr als die Hälfte und Hinweis auf einen partiellen Einriss, konnte dies bei keinem der RM-Naht Probanden beobachtet werden.

Eine bessere Sehnenqualität macht die begutachteten Probanden der Gruppe Rotatorenmanschettennaht weniger anfällig für (Re-)Rupturen oder andere Pathologien im Bereich des Sehnengewebes der Rotatorenmanschette.

Ranalletta et al. [174], [175] evaluierten ebenfalls die Ergebnisse nach arthroskopischer Kalkdepotentfernung und Naht der Rotatorenmanschette (je nach intraoperativem Befund Nahtanker oder Seit-zu-Seit-Naht) mittels MRT. Sie beurteilten bei den im Rahmen der Nachuntersuchung [174] angefertigten MRT-Bildern das Sehnengewebe als intakt, die Kontinuität war erhalten. 40% wurden Sugaya I und 60% Sugaya II zugeordnet. In der anderen Studie, die den postoperativen Verlauf und die Rückkehr von an Tendinosis calcarea erkrankten Athleten zum Sport näher beleuchtet [175], zeigte die MRT-Diagnostik bei allen Probanden eine intakte Rotatorenmanschettenintegrität. Auch diese Resultate sprechen für eine sehr gute Entwicklung der Qualität des Sehnengewebes postoperativ nach Versorgung mit Naht und bekräftigen unsere erhobenen Befunde.

Mit den allgemein positiven Ergebnissen der Rotatorenmanschettennaht-Gruppe im Rahmen unserer klinischen Nachuntersuchung deckt sich auch die signifikant bessere Sehnenintegrität dieser Probanden. Die sehr guten postoperativen Resultate (klinisch und in der bildgebenden Diagnostik), beobachtet von Ranalletta et al. [174], [175], welche ebenfalls für eine Rotatorenmanschettennaht plädieren, unterstützen unsere Feststellungen.

## 5.6 Komplikationen

### 5.6.1 Adhäsive Capsulitis

Nur Patienten, die eine Naht der Rotatorenmanschette erhalten haben, müssen in der Nachbehandlung ein Schulterabduktionskissen tragen. Bei klinischen Untersuchungen wenige Wochen nach dem operativen Eingriff erscheinen die Patienten mit Rotatorenmanschettennaht subjektiv weniger beweglich als die Vergleichsgruppe. Dies lässt sich damit begründen, dass aufgrund des Abduktionskissens und des restriktiven Nachbehandlungsplanes die Beweglichkeit der Schulter zumeist stärker eingeschränkt ist. Nötig ist dieser Sachverhalt, damit sich die Sehne in optimaler, spannungsarmer Position für die Heilung des genähten Defekts befindet. Es gilt hierbei die richtige Balance zwischen Ruhigstellung und krankengymnastischer Beübung zu finden, damit es nicht zu Komplikationen wie adhäsiver Capsulitis, dem Frozen Shoulder-Syndrom kommt. Koo et al. [113] empfehlen zum Beispiel



frühe passive Rehabilitationsübungen, bei denen geschlossene Bewegungsketten und passive Überkopfarbeit eine Rolle spielen.

In der Literatur wird allgemein auf eine gewisse Steifigkeit im Schultergelenk nach arthroskopischen Eingriffen bei Tendinosis calcarea hingewiesen. Dies lässt sich zum einen durch die zuvor thematisierte Ruhigstellung des Armes begründen. Zum anderen kann die glenohumerale Kapsel durch kleine zurückbleibende Kalktrümmer gereizt sein [95]. Jacobs et al. [95] beschreiben in diesem Rahmen eine Inzidenz von 18% bezüglich des Auftretens einer Frozen Shoulder nach arthroskopischen Eingriffen bei Tendinosis calcarea. Yoo et al. [222] beobachteten bei 29% ihrer operierten Patienten im postoperativen Verlauf eine Steifigkeit der Schulter, 20% in der Gruppe mit Naht der Rotatorenmanschette, 9% bei Probanden, die keine Naht erhalten hatten. Behandelt wurden alle mit subakromialen und oder intraartikulären Corticoid-Injektionen und NSAR. Auf das finale Outcome der Patienten hatte es keine negativen Auswirkungen. Lediglich der Zeitrahmen bis zur Schmerzfreiheit und vollen Funktionsfähigkeit war länger.

Auch bei zwei Patienten von unseren nachuntersuchten Probanden wurde nach dem operativen Eingriff eine adhäsive Capsulitis diagnostiziert. Durch gezielte Therapien konnten sie letztendlich beschwerdefrei und im Schultergelenk wieder frei beweglich werden. Aber gerade diese Beispiele zeigen, wie wichtig eine regelmäßige postoperative Kontrolle und Therapie ist, um solchen Komplikationen rechtzeitig entgegenwirken zu können.

### 5.6.2 Bizepssehnenpathologien

Allgemein wurden bei den Débridierten im Rahmen der Nachuntersuchungen häufiger klinische Auffälligkeiten im Bereich der langen Bizepssehne im Sinne von Schmerzen oder Bewegungseinschränkung beobachtet, in der Rotatorenmanschettennaht-Gruppe hingegen nicht. Möglicherweise kam es in der Débridement-Gruppe zu einer schlechteren Heilung des Bizepspulley beziehungsweise des intervallnahen Supraspinatussehnengewebes.

Maier et al. [130] diagnostizierten intraoperativ in 76,8% der Fälle eine Tendinitis der langen Bizepssehne, vor allem wenn das Kalkdepot an diese angrenzt. Die Arbeitsgruppe um Porcellini et al. [171] wählten bereits als eines der Ausschlusskriterien für Studienteilnehmer präoperative Schmerzen im Bereich des Ansatzes der langen Bizepssehne. Wenn das Kalkdepot nahe der Bizepssehne lokalisiert ist, lassen sich präoperative Auffälligkeiten dieser erklären.

Hinsichtlich der postoperativen Beschwerden der langen Bizepssehne nach Kalkextirpation und Débridement unserer Probanden fanden sich in der Literatur, wie zuvor beschrieben, aber keine vergleichbaren Resultate. In zukünftigen Arbeiten sollte diesbezüglich intensiviert ein möglicher Zusammenhang untersucht werden, da unsere Arbeiten diesen zumindest nach Débridement der Rotatorenmanschette aufzeigen.

## 5.7 Komorbiditäten

### 5.7.1 BMI

Verschiedene Untersuchungen in der Vergangenheit legen nahe, dass die Komplikationen bei operativen Eingriffen mit vorliegenden Komorbiditäten zunehmen. Wagner et al. [124] untersuchten den Verlauf von 4567 operierten Schultern (Arthroplastik) über 43 Jahre und beobachteten zum Beispiel bei steigendem BMI eine Zunahme des Risikos für Revisionseingriffe und Infektionen an der Schulter. Die Begründung sehen Experten darin, dass die Fettschicht und somit auch die darüberliegende Haut geringer durchblutet ist. Gerade bei offenen Operationen können Wundränder so schlechter versorgt und nekrotisch werden. Kessler et al. [103] konnten keinen Einfluss des BMI (mittlerer BMI=29.2, range 16-48) bezüglich des postoperativen Outcomes beobachten. Auch unsere Untersuchungen zeigen keinen Zusammenhang zwischen BMI und den erhobenen Werten im Rahmen der Nachuntersuchung. Dies lässt sich zum einen damit begründen, dass der BMI unserer Probanden mit durchschnittlich 27,64 noch nicht im adipösen Bereich liegt, sondern vielmehr der Gruppe „Präadipositas“ zuzuordnen ist. Vor allem ab einem BMI von  $>35\text{kg/m}^2$  konnten Wagner et al. [210] und Wendelboe et al. [215] eine signifikant höhere Komplikationsrate nach operativen Eingriffen an der Schulter feststellen, Ateschrang et al. [4] bereits ab einem BMI  $>30\text{kg/m}^2$ . Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass bei arthroskopischen Eingriffen die Wundfläche geringer ist als bei offenen Operationen, was den direkten Vergleich einschränkt. Als Résumé ist in unserem Patientenkollektiv kein Hinweis auf postoperative Beeinflussung des Ergebnisses durch den BMI zu finden.

### 5.7.2 Endokrine Erkrankungen, Diabetes mellitus

Bereits vor circa 30 Jahren berichten Mavrikakis et al. [137], [138] von einem möglichen Zusammenhang zwischen der Erkrankung Diabetes mellitus und dem gehäuften Auftreten

einer Tendinosis calcarea. Auch Rees et al. [178] vermerkten eine generelle Assoziation zwischen muskuloskelettalen Auffälligkeiten und Diabetes mellitus.

Betrachtet man unsere Probandengruppe, so war bei 6,5% von allen Nachuntersuchten Diabetes mellitus (Typ 2) diagnostiziert worden. In der Normalbevölkerung liegt, laut des „Deutschen Gesundheitsbericht[s] Diabetes 2018“ [224], bei 7-8% der erwachsenen Bevölkerung ein Typ 2 Diabetes vor. Die Resultate unserer Kohorte ähneln denen der Normalbevölkerung und somit war im Rahmen dieser Studie keine Verbindung von Diabetes mellitus mit einer Kalkschulter ersichtlich. Harvie et al. [82] untersuchten allgemein, inwieweit endokrine Erkrankungen Einfluss auf das Krankheitsbild der Tendinosis calcarea haben können. Sie stellten die These auf, dass endokrine Erkrankungen (zum Beispiel Schilddrüsenerkrankungen und Störungen im Östrogenstoffwechsel) eine Kalkschulter begünstigen können. Betroffene Patienten waren zum Zeitpunkt der Diagnose zudem durchschnittlich jünger als Probanden ohne endokrine Erkrankungen. Bei ihnen war häufiger ein operativer Eingriff nötig. Dieser Aspekt der Ätiopathogenese ist noch nicht ausreichend erforscht. Es wäre aber ein interessanter Ansatz, bei nachfolgenden Studien endokrine Erkrankungen näher zu betrachten, um gegebenenfalls einen Zusammenhang herstellen zu können.

Auch bezüglich des Outcomes unserer wenigen an Diabetes mellitus erkrankten Studienteilnehmer waren keine Auffälligkeiten zu verzeichnen.

Chen et al. [29] untersuchten die postoperativen Resultate nach minimalinvasivem Defektverschluss der Rotatorenmanschette. Sie konnten bei Probanden, die an Diabetes mellitus erkrankt waren, eine höhere Rate postoperativer Infektionen und Misserfolge feststellen. Cho et al. [34] beschrieben auch bei Diabetikern sehr gute Testresultate nach arthroskopischer Reparatur von Rotatorenmanschettendefekten. Sie thematisierten aber zugleich, dass eine effektive Glucosekontrolle mit einer besseren Heilung der Defekte assoziiert war. Diese Ansicht teilen auch Miyatake et al. [146], die mit Nicht-Diabetikern vergleichbare Ergebnisse erzielten, wenn bei erkrankten Patienten eine perioperative Glucosekontrolle erfolgte.

In der Vergangenheit zeigte sich, dass gerade bei einer großen Wundfläche Patienten mit Diabetes postoperativ benachteiligt sind und dass beispielsweise häufiger Wundheilungsstörungen auftreten. Bei dem minimalinvasiven arthroskopischen Operationsverfahren scheint dies bei unserer Kohorte nicht ins Gewicht zu fallen.

Zusammenfassend ist kein eindeutiger Hinweis in unseren Daten und der Literatur bezüglich eines Zusammenhanges zwischen Diabetes mellitus und dem Outcome von nachuntersuchten arthroskopierten Probanden ersichtlich, eine effektive Glucosekontrolle ist generell empfehlenswert.

### 5.7.3 Rauchen

Unser Patientenkollektiv weist keine Unterschiede im Outcome bei Rauchern beziehungsweise Nichtrauchern auf. Zudem war keine Assoziation des Krankheitsbildes „Kalkschulter“ mit Rauchen ersichtlich.

Generell wird aber immer wieder darauf hingewiesen, dass ein regelmäßiger Nikotinkonsum bei operativen Eingriffen mit einer verlangsamten Wundheilung einhergeht, der Heilungsverlauf oft allgemein verlängert ist und Infektionen häufiger auftreten können. Park et al. [165] untersuchten, inwieweit das Rauchen Auswirkung auf postoperative Resultate nach arthroskopischer Defektreparatur der Rotatorenmanschette hat und beschrieben eine negative Beeinflussung der Sehnenheilung bei starken Rauchern. Sie plädierten in diesem Kontext dafür, bei starken Rauchern und operativen Eingriffen der Rotatorenmanschette (mit Defektbehebung) sehr aufmerksam zu sein. Auch Naimark et al. [150] sehen eine inverse Verbindung zwischen dem Rauchen und postoperativem Outcome.

Es kristallisiert sich heraus, dass in der Literatur ein möglicher Zusammenhang zwischen Rauchen und postoperativen Resultaten beschrieben wird, dieser spiegelt sich bei unseren Probanden nicht wider.

## 5.8 Kritische Betrachtung der eigenen Untersuchung

Die Tendinosis calcarea kann mit einer sehr beeindruckenden Klinik einhergehen. Patienten sind häufig in ihrer Schulterfunktion und allgemein im Leben stark eingeschränkt. Nach frustraner konservativer Therapie verspricht der operative Eingriff mittels Arthroskopie sehr gute postoperative Resultate bei den Patienten. Nach wie vor gibt es auch hier Themenfelder, von der genauen Entstehung bis hin zur optimalen Behandlung des Krankheitsbildes, die nicht ausreichend ergründet sind. Der weiteren Erforschung von Ursachen, Zusammenhängen und Erfolgen bei der Therapie, sowie deren Optimierung, kommen daher auch künftig Bedeutung zu.

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Aspekt, der bisher wenig Beachtung fand, näher beleuchtet und evaluiert: das weitere Vorgehen nach einer Kalkdepotentfernung. Es stellte sich die Frage, ob die additive Naht der Rotatorenmanschette Vorteile gegenüber dem reinen Débridement habe.

Von statistischer Seite wäre es wünschenswert, ein größeres Patientenkollektiv nachzuuntersuchen, um Effekte besser beurteilen zu können. Die relativ geringe Anzahl der 46 nachuntersuchten Schultern ist unter anderem der Tatsache geschuldet, dass das Krankheitsbild der Tendinosis calcarea größtenteils konservativ therapiert wird und daher grundsätzlich nur ein kleines Patientengut zur Evaluation der Operationsmethode zur Verfügung steht.

Da es sich bei der Studie um eine retrospektive Arbeit handelt, konnte der präoperative Status nur durch Aktenstudium, Auswertung vorliegender Befunde und Befragen der Patienten eruiert werden. Die Erfassung des präoperativen Status der Patienten erfolgt allerdings standardisiert, sodass lediglich zusätzlich die Erhebung des ASES- und Constant Scores, sowie des Simple Shoulder Tests wünschenswert gewesen wären.

Mit Ausnahme von ein bis zwei Patienten wurden die operativen Eingriffe der Gruppe Débridement von einem und die der RM-Naht-Gruppe vom anderen Operateur durchgeführt. Da jeder Operateur eine andere Herangehens- und Beurteilungsweise hat, treten alleine dadurch Unterschiede zwischen beiden Gruppen auf. Durch diese individuellen, je nach Operateur differierenden, Einschätzungen und Vorgehensweisen resultiert eine Varianz zwischen den beiden Gruppen. Innerhalb einer Gruppe sind die Werte dafür umso besser vergleichbar und stellen einen Vorteil für die Auswertung dar.

Da die Operationsverfahren hauptsächlich von zwei Operateuren durchgeführt wurden, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten am Uniklinikum tätig waren, weicht auch der Zeitrahmen bis zur Nachuntersuchung voneinander ab. Das Durchschnitts-Follow-up unserer Probanden variiert mit im Schnitt 77 Monaten für die Débridement-Gruppe und 40 Monaten in der RM-Naht-Gruppe. Eine optimalere Grundvoraussetzung für die Gegenüberstellung der Daten wäre sicherlich eine identische Zeitspanne zwischen Operation und Nachuntersuchung. Bei uns fand Berücksichtigung, dass die Patienten ein Follow-up von mindestens zwei Jahren (24 Monaten) hatten. Da dem operierten Sehnengewebe ausreichend Zeit zur Regeneration gegeben werden sollte, war dieser Zeitrahmen nötig. Unsere Erfahrungen und Literaturrecherchen sprechen dafür, dass sich das Beschwerdebild der Patienten in den ersten Monaten nach der Operation noch deutlich verändern kann, dann aber ein Niveau erreicht

wird, bei dem der Zustand kaum weiter variiert und konstant bleibt. Dieser Sachverhalt wurde bereits im Verlauf der Arbeit anhand gängiger Literatur näher erörtert. Daher ist auch nicht davon auszugehen, dass die Unterschiede im Follow-up beider Gruppen unserer Kohorte mit einer reduzierten Vergleichbarkeit des Outcomes einhergehen.

Der postoperative Verlauf wird ebenso maßgeblich von dem Verhalten und der Compliance des Patienten gestaltet. Darauf haben die Klinik, der Operateur und die Nachuntersucher keinen Einfluss. Auch wenn versucht wird den Patienten durch regelmäßige Kontrollen und Anleitungen zum postoperativen Management gut anzubinden, ist Fehlverhalten nicht auszuschließen. Somit kann das Ergebnis durch individuelle Verhaltensweisen des Einzelnen verfälscht sein.

In unserem Patientenkollektiv wurde aufgrund des Strahlenschutzgesetzes nur dann geröntgt, wenn eine medizinische Indikation bestand. Prinzipiell wäre es interessant und wünschenswert, alle Probanden zum Nachuntersuchungszeitpunkt zu röntgen. Dann wäre es möglich Aussagen darüber zu treffen, ob auch bei klinisch unauffälligen Patienten persistierender Restkalk vorliegt. In der Literatur wird immer wieder diskutiert, inwiefern Kalk intraoperativ komplett entfernt werden muss beziehungsweise teilweise belassen werden kann. Würde man auch bei klinisch unauffälligen Patienten Restkalk finden, spräche dies dafür, dass man mit der Kalkextirpation vorsichtiger umgehen darf. Das Röntgen bei ausschließlich medizinischer Indikation verzerrt möglicherweise das Testergebnis. Sobald Restkalk gefunden wird ist der Rückschluss, dass damit Beschwerden einhergehen, was aber nicht zwangsläufig der Fall sein muss.

Bei der Diskussion und dem enthaltenen Literaturvergleich ist kritisch zu vermerken, dass die Autoren unterschiedliche Zielsetzungen hatten, ein variierendes Follow-up vorlag, einige gaben den Median, andere den Mittelwert an, manche verwendeten beispielsweise beim Constant-Score modifizierte Werte, andere nicht. Auch gibt es bei der Erfassung der Zahlenwerte der Scores sicherlich eine Varianz, abhängig von den jeweiligen Untersuchern. All diese Punkte sind Störfaktoren für die Datenerhebung und limitieren die anschließende Gegenüberstellung im Literaturvergleich.

Eine Varianz der Methodik im Vergleich zu anderen Studien, die zum Literaturvergleich herangezogen wurden, lässt sich nicht vermeiden, da jeder Untersucher unterschiedlich vorgeht und beurteilt. Daher liegen diesbezüglich immer Störfaktoren vor. Generell wird durch standardisierte, objektivierte Schulderscores und Fragebögen aber versucht international eine einheitliche Beurteilung zu ermöglichen. Unsere Studienteilnehmer wurden alle von

einer Person befragt, untersucht und beurteilt, um eine zusätzliche Beeinflussung durch verschiedene Untersucher innerhalb dieser Studie zu minimieren. Dabei wurde stets ein einheitliches Vorgehen angestrebt.

### Ausblick:

Bei den Recherchen konnten kaum ähnlich aufgebaute Studien gefunden werden, die das Outcome von Patienten mit Rotatorenmanschettennaht im Vergleich zum reinen Débridement beschreiben. Auch fehlen in diesem Themenbereich Langzeitergebnisse. Ein interessanter Ansatz wäre ein solches Patientenkollektiv, wie bei dieser Studie, zu einem späteren Zeitpunkt erneut zu untersuchen. Bereits jetzt waren die Ergebnisse bei Probanden mit Rotatorenmanschettennaht signifikant besser. Es könnte sein, dass in Zukunft diese Unterschiede noch deutlicher werden. Degenerative Prozesse werden im Laufe der Zeit jeden Patienten betreffen. Inwieweit sich das auf die Sehnenintegrität auswirkt, ob Patienten ohne Naht vielleicht in Zukunft anfälliger für Rupturen der Rotatorenmanschette sind, gilt es noch weiter zu erforschen.

Wünschenswert wäre zukünftig mehr Patienten, die zusätzlich eine Rotatorenmanschettennaht erhalten haben, in Studien einzuschließen, damit die Effekte statistisch aussagekräftiger werden.

Anhand der vorliegenden Untersuchungen im Bereich der Tendinosis calcarea haben sich Fragen eröffnet, die als Grundlage für weitere Arbeiten dienen könnten:

Die von Harvie et al. [82] erwähnte Assoziation des Krankheitsbildes mit endokrinen Erkrankungen könnte man in folgenden Untersuchungen zusätzlich erfassen.

Interessant wäre es beispielsweise den Aspekt von McMillan et al. [140] erneut aufzugreifen. Sie vermuten, dass bioinduktive Kollagen-Implantate die Verbindung und das Wachstum der betroffenen Sehnen anregen können. Studien, die das klinische Outcome von Patienten mit diesem Operationsverfahren betrachten, wären anstrebenswert. Verschiedene Untersuchungen (im Rahmen von Rotatorenmanschettendefekten traumatischer oder degenerativer Genese) legen nahe, beispielsweise bei der Reparatur großer Defekte, Patches (synthetische- oder biologische Xeno-/Allografts) einzusetzen [25], [78], [121], [154], [173], [191]. Geschwächte Sehnen können so verstärkt werden. Inwieweit es Indikationen für einen solchen Verschluss mittels Patch bei entstandenen Defekten des Sehnengewebes nach Kalkextirpation im Rahmen einer Tendinosis calcarea gäbe, könnte zukünftig näher beleuchtet werden.

Des Weiteren könnten Untersuchungen Berücksichtigung finden, die herausarbeiten, ob mittels Wachstumsfaktoren [172] und Stammzellen [84], [86], [221] direkt in den Heilungsprozess der Sehne eingegriffen werden kann und somit das Wachstum und die Regeneration angeregt werden. Auch die Bedeutung von Platelet Rich Plasma (Thrombozytenkonzentrat) wird in Verbindung mit der Heilung von Sehnen immer wieder diskutiert [27], [59], [69], [110], [118], [131], [168], [186], ist aber noch nicht abschließend geklärt.

Zugleich sollten Arbeiten intensiviert einen möglichen Zusammenhang zwischen postoperativen Bizepssehnenpathologien und Débridement nach Kaldepotextirpation untersuchen, da unsere Arbeit diesen zumindest nach Débridement der Rotatorenmanschette aufzeigte.

Abschließend ist festzuhalten, dass die vorliegende Arbeit die Zielsetzung erfüllt und sich kritisch mit den gewonnenen Erkenntnissen auseinandersetzt. Es wurde versucht, Störfaktoren zu minimieren und wissenschaftlich korrekt zu arbeiten. Die Untersuchungen stellen eine fundierte Grundlage für die weitere Forschung im Bereich des Krankheitsbildes der Tendinosis calcarea dar.

## 5.9 Schlussfolgerungen/Konklusionen

Die eingangs aufgestellte Hypothese

„Patienten mit Tendinosis calcarea, die bei operativer Kalkdepotausräumung zusätzlich eine Rotatorenmanschettennaht der in der Sehne entstandenen Läsion erhielten, zeigen bessere klinische und strukturelle Ergebnisse als Probanden die ausschließlich débridiert wurden“

kann unter Berücksichtigung der erhobenen Daten verifiziert werden. Patienten mit Tendinosis calcarea, die nach arthroskopischer Kalkdepotentfernung zusätzlich mit einer Rotatorenmanschettennaht versorgt wurden, erzielten anhand der Visuellen Analogskala (für „Schmerz“, „Funktion“, „Zufriedenheit“ und „Stabilität“), beim Simple Shoulder Test, im ASES– und Constant Score statistisch signifikant bessere Ergebnisse bei der Nachuntersuchung. Auch die klinische Untersuchung und bildgebende Diagnostik mittels MRT zeigten vorteilhaftere Testresultate der Rotatorenmanschettennahtprobanden.



Die ohnehin sehr guten Befunde nach arthroskopischer Kaldepotentfernung sind durch additive Naht der Rotatorenmanschette noch erfolgreicher, sodass dieses Verfahren anstrebenswert ist.



## 6 Literaturverzeichnis

1. Abate, M. et al.: Usefulness of Rehabilitation in Patients with Rotator Cuff Calcific Tendinopathy after Ultrasound-Guided Percutaneous Treatment. *MPP*. 24, 1, 23–29 (2015).
2. Albert, J.-D. et al.: High-energy extracorporeal shock-wave therapy for calcifying tendinitis of the rotator cuff: A randomised trial. *The Bone & Joint Journal*. 89-B, 3, 335–41 (2007).
3. Ark, J.W. et al.: Arthroscopic treatment of calcific tendinitis of the shoulder. *Arthroscopy*. 8, 2, 183–188 (1992).
4. Ateshrang, A. et al.: Obesity causes poorer clinical results and higher re-tear rates in rotator cuff repair. *Arch Orthop Trauma Surg*. 138, 6, 835–842 (2018).
5. Aumüller, G.: *Duale Reihe Anatomie*. Thieme (2010).
6. Avancini-Dobrović, V. et al.: Radial extracorporeal shock wave therapy in the treatment of shoulder calcific tendinitis. *Coll Antropol*. 35 Suppl 2, 221–225 (2011).
7. Balcells-Diaz, E., Daunis-i-Estadella, P.: Shoulder strength value differences between genders and age groups. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 27, 3, 463–469 (2018).
8. Balke, M. et al.: Acromial morphology in patients with calcific tendinitis of the shoulder. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 22, 2, 415–421 (2014).
9. Balke, M. et al.: Calcifying Tendinitis of the Shoulder: Midterm Results After Arthroscopic Treatment. *Am J Sports Med*. 40, 3, 657–661 (2012).
10. Bankes, M.J.K. et al.: A standard method of shoulder strength measurement for the Constant score with a spring balance. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 7, 2, 116–121 (1998).
11. Bannuru, R.R. et al.: High-energy extracorporeal shock-wave therapy for treating chronic calcific tendinitis of the shoulder: a systematic review. *Ann. Intern. Med*. 160, 8, 542–549 (2014).

12. Barber, F.A., Cowden, C.H.: Arthroscopic Treatment of Calcific Tendonitis. *Arthroscopy Techniques*. 3, 2, e237–e240 (2014).
13. Barrera Cadenas, J.L. et al.: Rotator cuff calcifying tendonitis: Results of arthroscopic treatment. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (English Edition)*. 54, 2, 100–105 (2010).
14. Battaglia, M. et al.: Efficacy of triamcinolone acetate and methylprednisolone acetone for intrabursal injection after ultrasound-guided percutaneous treatment in painful shoulder calcific tendonitis: a randomized controlled trial. *Acta Radiol.* 58, 8, 964–970 (2017).
15. Bazzocchi, A. et al.: Ultrasound imaging-guided percutaneous treatment of rotator cuff calcific tendinitis: success in short-term outcome. *Br J Radiol.* 89, 1057, 20150407 (2016).
16. Beckmann, J. et al.: Erkrankungen und Verletzungen von Schultergürtel und Schultergelenk. In: Grifka, J. and Kuster, M. (eds.) *Orthopädie und Unfallchirurgie*. pp. 477–553 Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2011).
17. Beckmann, N.M. et al.: Incidence of rotator cuff tears in the setting of calcific tendinopathy on MRI: a case controlled comparison. *Skeletal Radiol.* 48, 2, 245–250 (2019).
18. Benner, L. et al.: Statistische Tests und Grafiken. In: *Auswertung klinischer Studien mit SPSS*. pp. 25–44 Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden (2019).
19. Boehm, T., Mueller, T.: Age and sex related Constant Murely Score. *J Shoulder Elbow Surg.* 6, 194 (1997).
20. Bosworth: Calcium deposits in the shoulder and subacromial bursitis: A survey of 12122 shoulders. *JAMA*, 116, 2477–2482 (1941).
21. Boyer, T.: Traitement arthroscopique des calcifications de l'épaule. *Chirurgie de la Main*. 25, S29–S35 (2006).
22. Bureau, N.J.: Calcific Tendinopathy of the Shoulder. *Semin Musculoskelet Radiol.* 17, 1, 80–84 (2013).

23. Cacchio, A. et al.: Effectiveness of radial shock-wave therapy for calcific tendinitis of the shoulder: single-blind, randomized clinical study. *Phys Ther.* 86, 5, 672–682 (2006).
24. Castagna, A. et al.: Calcifying tendinitis of the shoulder: arthroscopic needling versus complete calcium removal and rotator cuff repair. A prospective comparative study. *Joints.* 3, 4, 166–172 (2016).
25. Castagna, A. et al.: Porcine Dermal Xenograft as Augmentation in the Treatment of Large Rotator Cuff Tears: Clinical and Magnetic Resonance Results at 2-Year Follow-Up. *Joints.* 6, 3, 135–140 (2018).
26. Castillo-González, F.D. et al.: Treatment of the calcific tendinopathy of the rotator cuff by ultrasound-guided percutaneous needle lavage. Two years prospective study. *Muscles Ligaments Tendons J.* 4, 2, 220–225 (2014).
27. Charles, M.D. et al.: The Role of Biologic Therapy in Rotator Cuff Tears and Repairs. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 11, 1, 150–161 (2018).
28. Charousset, C. et al.: Arthroscopic Repair of Full-Thickness Rotator Cuff Tears: Is There Tendon Healing in Patients Aged 65 Years or Older? *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 26, 3, 302–309 (2010).
29. Chen, A.L. et al.: Rotator cuff repair in patients with type I diabetes mellitus. *J Shoulder Elbow Surg.* 12, 5, 416–421 (2003).
30. Chen, C.-H. et al.: Classification and analysis of pathology of the long head of the biceps tendon in complete rotator cuff tears. *Chang Gung Med J.* 35, 3, 263–270 (2012).
31. Chhetri, R.S. et al.: Outcome of Needle Fenestration, Subacromial Steroid and Diclofenac Phonophoresis in Acute Calcific Tendinitis of Shoulder. *JNMA J Nepal Med Assoc.* 56, 207, 357–361 (2017).
32. Chianca, V. et al.: Rotator cuff calcific tendinopathy: from diagnosis to treatment. *Acta Biomed.* 89, 1-S, 186–196 (2018).
33. Cho, N.S. et al.: Radiologic course of the calcific deposits in calcific tendinitis of the shoulder: Does the initial radiologic aspect affect the final results? *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 19, 2, 267–272 (2010).

34. Cho, N.S. et al.: The Influence of Diabetes Mellitus on Clinical and Structural Outcomes After Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *The American Journal of Sports Medicine*. 43, 4, 991–997 (2015).
35. Cho, N.S., Rhee, Y.G.: The factors affecting the clinical outcome and integrity of arthroscopically repaired rotator cuff tears of the shoulder. *Clin Orthop Surg*. 1, 2, 96–104 (2009).
36. Chou, W.-Y. et al.: Prognostic factors for the outcome of extracorporeal shockwave therapy for calcific tendinitis of the shoulder. *The Bone & Joint Journal*. 99-B, 12, 1643–1650 (2017).
37. Clement, N.D. et al.: Short-Term Outcome After Arthroscopic Bursectomy Debridement of Rotator Cuff Calcific Tendonopathy With and Without Subacromial Decompression: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 31, 9, 1680–1687 (2015).
38. Cocco, G. et al.: Migration of calcium deposit over the biceps brachii muscle, a rare complication of calcific tendinopathy: Ultrasound image and treatment. *J Ultrasound*. 21, 4, 351–354 (2018).
39. Codman, E.: Rupture oft the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa. *The Shoulder*. 178–215 (1934).
40. Collin, P. et al.: Clinical and structural outcome twenty years after repair of isolated supraspinatus tendon tears. *J Shoulder Elbow Surg*. 28, 1, 196–202 (2019).
41. Collin, P. et al.: Ten-Year Multicenter Clinical and MRI Evaluation of Isolated Supraspinatus Repairs. *J Bone Joint Surg Am*. 99, 16, 1355–1364 (2017).
42. Constant, C.: Age related recovery of shoulder function after injury. University College, Cork, Ireland (1986).
43. Constant, C.R. et al.: A review of the Constant score: Modifications and guidelines for its use. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 17, 2, 355–361 (2008).
44. Cosentino, R. et al.: Extracorporeal shock wave therapy for chronic calcific tendinitis of the shoulder: single blind study. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 62, 3, 248–250 (2003).

45. Daecke, W. et al.: [Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in tendinosis calcarea of the rotator cuff. Long-term results and efficacy]. *Orthopade*. 31, 7, 645–651 (2002).
46. Daecke, W. et al.: Long-term effects of extracorporeal shockwave therapy in chronic calcific tendinitis of the shoulder. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 11, 5, 476–480 (2002).
47. De Boer, F.A. et al.: Ultrasound guided Needling vs Radial Shockwave Therapy in calcific tendinitis of the shoulder: A prospective randomized trial. *Journal of Orthopaedics*. 14, 4, 466–469 (2017).
48. De Carli, A. et al.: Calcific tendinitis of the shoulder. *Joints*. 2, 3, 130–136 (2014).
49. De Palma, A., Kruper, J.: Long term study of shoulder joints afflicted with and treated for Dcalcific tendinitis. *Clin Orthop*, 20, 61–72 (1961).
50. Dehlinger, F., Ambacher, T.: Die Kalkschulter. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date*. 9, 06, 439–458 (2014).
51. Deniz, G. et al.: Fatty degeneration and atrophy of the rotator cuff muscles after arthroscopic repair: does it improve, halt or deteriorate? *Arch Orthop Trauma Surg*. 134, 7, 985–990 (2014).
52. Desai, S.S., Mata, H.K.: Long Head of Biceps Tendon Pathology and Results of Tenotomy in Full-Thickness Repairable Rotator Cuff Tear. *Arthroscopy*. 33, 11, 1971–1976 (2017).
53. Deutsche Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE) e. V.: Obere Extremität Schulter · Ellenbogen · Hand; Untersuchungstechniken des Schultergelenks (2012).
54. Diehl, P. et al.: Die Kalkschulter – Tendinosis calcarea. *Der Orthopäde*. 40, 8, 733–746 (2011).
55. Diehl, P., Schauwecker, J.: Schmerzhafter Schulter – ist es Kalk? *Orthop. Rheuma*. 18, 4, 36–41 (2015).
56. Ditsios, K. et al.: Long Head of the Biceps Pathology Combined with Rotator Cuff Tears. *Adv Orthop*. 2012: 405472 (2012).

57. Durst, H.B. et al.: Osteonecrosis of the humeral head after extracorporeal shock-wave lithotripsy. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume.* 84-B, 5, 744–746 (2002).
58. Ebenbichler, G.R. et al.: Ultrasound therapy for calcific tendinitis of the shoulder. *N. Engl. J. Med.* 340, 20, 1533–1538 (1999).
59. Ebert, J.R. et al.: A Midterm Evaluation of Postoperative Platelet-Rich Plasma Injections on Arthroscopic Supraspinatus Repair: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 45, 13, 2965–2974 (2017).
60. Echtermeyer, V.: *Praxisbuch Schulter: Verletzungen und Erkrankungen systematisch diagnostizieren, therapieren, begutachten ; 10 Tabellen.* Georg Thieme Verlag (2005).
61. Edouard, P. et al.: Reliability of isokinetic assessment of shoulder-rotator strength: a systematic review of the effect of position. *J Sport Rehabil.* 20, 3, 367–383 (2011).
62. Ejnisman, B. et al.: Calcifying tendinopathy: a local or a systemic condition? *Rev Bras Ortop.* 47, 4, 479–482 (2015).
63. El Rassi, G. et al.: Arthroscopic treatment of non-homogeneous calcifying tendinitis of the rotator cuff. *Springerplus.* 5, 190, 1–5 (2016).
64. El Shewy, M.T.: Arthroscopic removal of calcium deposits of the rotator cuff: a 7-year follow-up. *Am J Sports Med.* 39, 6, 1302–1305 (2011).
65. Elkousy, H.: Calcific Tendinitis. *Gartsman's Shoulder Arthroscopy (Third Edition).* 303–311 (2019).
66. Fernandes, M.R., Fernandes, R.J.: Arthroscopy for treatment of refractory calcific tendonitis of the shoulder. *Rev Bras Ortop.* 45, 1, 53–60 (2010).
67. Fialka, C. et al.: Modification of the Constant–Murley shoulder score—introduction of the individual relative Constant score: Individual shoulder assessment. *Injury.* 36, 10, 1159–1165 (2005).
68. Flechtenmacher, J., Sabo, D.: *Praktische Röntgendiagnostik Orthopädie und Unfallchirurgie: Indikation, Einstelltechnik, Strahlenschutz.* Georg Thieme Verlag (2014).



69. Flury, M. et al.: Does Pure Platelet-Rich Plasma Affect Postoperative Clinical Outcomes After Arthroscopic Rotator Cuff Repair? A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 44, 8, 2136–2146 (2016).
70. Friedmann, M.: Calcified tendinitis of the shoulder. *Am J Surg* 94, 56–61 (1957).
71. Gärtner: Tendinosis calcarea – Behandlungsergebnisse mit dem Needling. *Z Orthop*, 131, 461–469 (1993).
72. Gärtner, J., Heyer, A.: Tendinosis calcarea der Schulter. *Der Orthopäde.* 24, 284–302 (1995).
73. Gatt, D.L., Charalambous, C.P.: Ultrasound-guided barbotage for calcific tendonitis of the shoulder: a systematic review including 908 patients. *Arthroscopy.* 30, 9, 1166–1172 (2014).
74. Gerdesmeyer, L. et al.: Extracorporeal Shock Wave Therapy for the Treatment of Chronic Calcifying Tendonitis of the Rotator Cuff: A Randomized Controlled Trial. *JAMA : the journal of the American Medical Association.* 290, 2573–80 (2003).
75. Gladstone, J.N. et al.: Fatty Infiltration and Atrophy of the Rotator Cuff do not Improve after Rotator Cuff Repair and Correlate with Poor Functional Outcome. *The American Journal of Sports Medicine.* 35, 5, 719–728 (2007).
76. Gosens, T., Hofstee, D.-J.: Calcifying tendinitis of the shoulder: Advances in imaging and management. *Curr Rheumatol Rep.* 11, 2, 129–134 (2009).
77. Grifka, J., Krämer, J.: Orthopädie Unfallchirurgie. In: *Orthopädie Unfallchirurgie.* pp. 223–252 Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2013).
78. Gupta, A.K. et al.: Dermal tissue allograft for the repair of massive irreparable rotator cuff tears. *Am J Sports Med.* 40, 1, 141–147 (2012).
79. Hackett, L. et al.: Are the Symptoms of Calcific Tendinitis Due to Neoinnervation and/or Neovascularization? *JBJS.* 98, 3, 186–192 (2016).
80. Harmon, H.: Methods and results in the treatment of 2580 painful shoulders. With special reference to calcific tendinitis and the frozen shoulder. *Am J Surg*, 95, 527–544 (1958).

81. Hartig, A., Huth, F.: Neue Aspekte zur Morphologie und Therapie der Tendinosis calcarea der Schultergelenk. *Arthroskopie*, 8, 117–122 (1995).
82. Harvie, P. et al.: Calcific tendinitis: natural history and association with endocrine disorders. *J Shoulder Elbow Surg.* 16, 2, 169–173 (2007).
83. Hashiguchi, H.: Arthroscopic Removal and Tendon Repair for Refractory Rotator Cuff Calcific Tendinitis of the Shoulder. *Journal of Nippon Medical School.* 84, 1, 19–24 (2017).
84. Havlas, V. et al.: [Use of cultured human autologous bone marrow stem cells in repair of a rotator cuff tear: preliminary results of a safety study]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 82, 3, 229–234 (2015).
85. Hebert-Davies, J. et al.: Progression of Fatty Muscle Degeneration in Atraumatic Rotator Cuff Tears. *JBJS.* 99, 10, 832–839 (2017).
86. Hernigou, P. et al.: Biologic augmentation of rotator cuff repair with mesenchymal stem cells during arthroscopy improves healing and prevents further tears: a case-controlled study. *Int Orthop.* 38, 9, 1811–1818 (2014).
87. Hirschmann, M.T. et al.: Reliability of Shoulder Abduction Strength Measure for the Constant-Murley Score. *Clin Orthop Relat Res.* 468, 6, 1565–1571 (2010).
88. Hofstee, D. et al.: Calcifications in the cuff: take it or leave it? *Br J Sports Med.* 41, 11, 832–835 (2007).
89. Hsu, C.-J. et al.: Extracorporeal shock wave therapy for calcifying tendinitis of the shoulder. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 17, 1, 55–59 (2008).
90. Hsu, H.C. et al.: Calcific tendinitis and rotator cuff tearing: A clinical and radiographic study. *J Shoulder Elbow Surg.* 3, 3, 159–164 (1994).
91. Huisstede, B.M.A. et al.: Evidence for effectiveness of Extracorporeal Shock-Wave Therapy (ESWT) to treat calcific and non-calcific rotator cuff tendinosis--a systematic review. *Man Ther.* 16, 5, 419–433 (2011).
92. Ioppolo, F. et al.: Clinical improvement and resorption of calcifications in calcific tendinitis of the shoulder after shock wave therapy at 6 months' follow-up: a systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 94, 9, 1699–1706 (2013).

93. Ioppolo, F. et al.: Extracorporeal shock-wave therapy for supraspinatus calcifying tendinitis: a randomized clinical trial comparing two different energy levels. *Phys Ther.* 92, 11, 1376–1385 (2012).
94. Izadpanah, K. et al.: Preoperative planning of calcium deposit removal in calcifying tendinitis of the rotator cuff - possible contribution of computed tomography, ultrasound and conventional X-Ray. *BMC Musculoskelet Disord.* 15, 385, 1–8 (2014).
95. Jacobs, R., Debeer, P.: Calcifying tendinitis of the rotator cuff: functional outcome after arthroscopic treatment. *Acta Orthop Belg.* 72, 3, 276–281 (2006).
96. Jerosch, J. et al.: Arthroscopic treatment of calcific tendinitis of the shoulder. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 7, 1, 30–37 (1998).
97. Jerosch, J. et al.: Arthroskopische Therapie der Tendinitis calcarea. Wie wichtig ist die Kalkentfernung? *Arthroskopie.* 9, 241–245 (1996).
98. Jim, Y.F. et al.: Coexistence of calcific tendinitis and rotator cuff tear: an arthrographic study. *Skeletal Radiol.* 22, 3, 183–185 (1993).
99. Jo, C.H., Shin, J.S.: Changes in appearance of fatty infiltration and muscle atrophy of rotator cuff muscles on magnetic resonance imaging after rotator cuff repair: establishing new time-zero traits. *Arthroscopy.* 29, 3, 449–458 (2013).
100. Kachewar, S.G., Kulkarni, D.S.: Calcific Tendinitis of the Rotator Cuff: A Review. *J Clin Diagn Res.* 7, 7, 1482–1485 (2013).
101. Kayser, R. et al.: Value of Preoperative Ultrasound Marking of Calcium Deposits in Patients Who Require Surgical Treatment of Calcific Tendinitis of the Shoulder. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 23, 1, 43–50 (2007).
102. Kernwein, G.A.: Roentgenographic Diagnosis of Shoulder Dysfunction. *JAMA.* 194, 10, 1081–1085 (1965).
103. Kessler, K.E. et al.: Does Increased Body Mass Index Influence Outcomes After Rotator Cuff Repair? *Arthroscopy.* 34, 3, 754–761 (2018).
104. Khair, M.M. et al.: A Systematic Review of Preoperative Fatty Infiltration and Rotator Cuff Outcomes. *HSS J.* 12, 2, 170–176 (2016).

105. Kim, E.-K., Kwak, K.-I.: Effect of extracorporeal shock wave therapy on the shoulder joint functional status of patients with calcific tendinitis. *J Phys Ther Sci.* 28, 9, 2522–2524 (2016).
106. Kim, J.R. et al.: Clinical and Radiographic Outcomes After Arthroscopic Repair of Massive Rotator Cuff Tears Using a Suture Bridge Technique: Assessment of Repair Integrity on Magnetic Resonance Imaging. *The American Journal of Sports Medicine.* 40, 4, 786–793 (2012).
107. Kim, K.C. et al.: Repair integrity and functional outcome after arthroscopic rotator cuff repair: double-row versus suture-bridge technique. *Am J Sports Med.* 40, 2, 294–299 (2012).
108. Kim, Y.-S. et al.: Which method is more effective in treatment of calcific tendinitis in the shoulder? Prospective randomized comparison between ultrasound-guided needling and extracorporeal shock wave therapy. *J Shoulder Elbow Surg.* 23, 11, 1640–1646 (2014).
109. Kircher, J. et al.: Do anatomic variants of the acromion shape in the frontal plane influence pain and function in calcifying tendinitis of the shoulder? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 20, 2, 368–372 (2012).
110. Klatte-Schulz, F. et al.: Comparative Analysis of Different Platelet Lysates and Platelet Rich Preparations to Stimulate Tendon Cell Biology: An In Vitro Study. *Int J Mol Sci.* 19, 1, 212, 1–14 (2018).
111. König, M.A., Braunstein, V.A.: Tendon Repair Leads to better Long-Term Clinical Outcome than Debridement in Massive Rotator Cuff Tears. *Open Orthop J.* 11, 546–553 (2017).
112. Konrads, C., Rudert, M. eds: *Klinische Tests und Untersuchung in Orthopädie und Unfallchirurgie.* Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2018).
113. Koo, S.S. et al.: Reduction of Postoperative Stiffness After Arthroscopic Rotator Cuff Repair: Results of a Customized Physical Therapy Regimen Based on Risk Factors for Stiffness. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 27, 2, 155–160 (2011).

114. Krasny, C., Enenkel, M.: Ultrasound-guided needling combined with shock-wave therapy for the treatment of calcifying tendonitis of the shoulder. *The Bone & Joint Journal*. 87, 4, 501–7 (2005).
115. Lam et al.: Modern management of calcifying tendinitis of the shoulder. *Current Orthopaedics*. 20, 446 – 452 (2006).
116. Lang, G. et al.: Examination of concomitant glenohumeral pathologies in patients treated arthroscopically for calcific tendinitis of the shoulder and implications for routine diagnostic joint exploration. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 18, 1, 476, 1–11 (2017).
117. Lanza, E. et al.: Ultrasound-guided percutaneous irrigation in rotator cuff calcific tendinopathy: what is the evidence? A systematic review with proposals for future reporting. *Eur Radiol*. 25, 7, 2176–2183 (2015).
118. Le, A.D.K. et al.: Platelet-Rich Plasma. *Clin Sports Med*. 38, 1, 17–44 (2019).
119. Le Goff, B. et al.: Assessment of calcific tendonitis of rotator cuff by ultrasonography: Comparison between symptomatic and asymptomatic shoulders. *Joint Bone Spine*. 77, 3, 258–263 (2010).
120. Lee, H.-J. et al.: Surgical treatment of lesions of the long head of the biceps brachii tendon with rotator cuff tear: a prospective randomized clinical trial comparing the clinical results of tenotomy and tenodesis. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 25, 7, 1107–1114 (2016).
121. Lenart, B.A. et al.: Treatment of massive and recurrent rotator cuff tears augmented with a poly-l-lactide graft, a preliminary study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 24, 6, 915–921 (2015).
122. Lin, K.M. et al.: Injection Therapies for Rotator Cuff Disease. *Orthop. Clin. North Am*. 49, 2, 231–239 (2018).
123. Loew, M. et al.: Treatment of calcifying tendinitis of rotator cuff by extracorporeal shock waves: a preliminary report. *J Shoulder Elbow Surg*. 4, 2, 101–106 (1995).
124. Löhr, J., Uthoff, H.: Tendinosis calcarea. *Orthopäde*. 25, 484–493 (1996).

125. Lorbach, O. et al.: Influence of deposit stage and failed ESWT on the surgical results of arthroscopic treatment of calcifying tendonitis of the shoulder. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 16, 5, 516–521 (2008).
126. Louwerens, J.K.G. et al.: Evidence for minimally invasive therapies in the management of chronic calcific tendinopathy of the rotator cuff: a systematic review and meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg*. 23, 8, 1240–1249 (2014).
127. Louwerens, J.K.G. et al.: Prevalence of calcific deposits within the rotator cuff tendons in adults with and without subacromial pain syndrome: clinical and radiologic analysis of 1219 patients. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 24, 10, 1588–1593 (2015).
128. Magosch, P. et al.: Tendinosis calcarea: am stärksten schmerzt die Resorptionsphase. *Orthop. Rheuma*. 15, 3, 35–38 (2012).
129. Maier, D. et al.: Arthroscopic Removal of Chronic Symptomatic Calcifications of the Supraspinatus Tendon Without Acromioplasty: Analysis of Postoperative Recovery and Outcome Factors. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2, 5, 2325967114533646, 1–8 (2014).
130. Maier, D. et al.: Rotator Cuff Preservation in Arthroscopic Treatment of Calcific Tendinitis. *Arthroscopy*. 29, 5, 824–831 (2013).
131. Malavolta, E.A. et al.: Clinical and Structural Evaluations of Rotator Cuff Repair With and Without Added Platelet-Rich Plasma at 5-Year Follow-up: A Prospective Randomized Study. *Am J Sports Med*. 46, 13, 3134–3141 (2018).
132. Malliaropoulos, N. et al.: Individualised radial extracorporeal shock wave therapy (rESWT) for symptomatic calcific shoulder tendinopathy: a retrospective clinical study. *BMC Musculoskelet Disord*. 18, 1, 513, 1–7 (2017).
133. Maqdes, A. et al.: Does preoperative subscapularis fatty muscle infiltration really matter in anterosuperior rotator cuff tears repair outcomes? A prospective multicentric study. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 100, 5, 485–488 (2014).
134. Marder, R.A. et al.: Calcific tendonitis of the shoulder: is subacromial decompression in combination with removal of the calcific deposit beneficial? *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 20, 6, 955–960 (2011).

135. Matsen, F.A. et al.: Patient self-assessment of health status and function in glenohumeral degenerative joint disease. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 4, 5, 345–351 (1995).
136. Matsen, F.A. et al.: *The Shoulder*. Elsevier Health Sciences, 1283-1307 (2009).
137. Mavrikakis, M.E. et al.: Calcific shoulder peri arthritis (tendinitis) in adult onset diabetes mellitus: a controlled study. *Ann. Rheum. Dis.* 48, 3, 211–214 (1989).
138. Mavrikakis, M.E. et al.: Clinical and laboratory parameters in adult diabetics with and without calcific shoulder peri arthritis. *Calcif. Tissue Int.* 49, 4, 288–291 (1991).
139. McLaughlin, Asherman: Lesions of the musculotendinous cuff of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 33, 76–86 (1951).
140. McMillan, S., Ford, E.: Management of Rotator Cuff Defects After Calcific Tendinopathy Debridement Using a Bioinductive Collagen Implant. *Arthrosc Tech.* 5, 6, e1373–e1379 (2016).
141. Merolla, G. et al.: Calcific tendinitis of the rotator cuff: state of the art in diagnosis and treatment. *J Orthopaed Traumatol.* 17, 1, 7–14 (2016).
142. Merolla, G. et al.: Complications of calcific tendinitis of the shoulder: a concise review. *J Orthop Traumatol.* 16, 3, 175–183 (2015).
143. Michener, L.A. et al.: American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section: reliability, validity, and responsiveness. *J Shoulder Elbow Surg.* 11, 6, 587–594 (2002).
144. Milman, E. et al.: Ultrasound-Guided Calcium Debridement of the Shoulder Joint: A Case Series. *Surg Technol Int.* 33, 308–311 (2018).
145. Milone, F., Copeland, M.: Calcific tendinitis of the shoulder join. *AJR.* 85, 901–913 (1961).
146. Miyatake, K. et al.: Comparable clinical and structural outcomes after arthroscopic rotator cuff repair in diabetic and non-diabetic patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 26, 12, 3810–3817 (2018).
147. Molé, D. et al.: Arthroscopic treatment of calcifying tendinitis: Is acromioplasty usefull? *J Shoulder Elbow Surg.* 4, 19 (1995).

148. Müller, F.J. et al.: Klinische Untersuchungstests in Orthopädie und Unfallchirurgie. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2013).
149. Müller-Rath et al.: Arthroskopie von Knie und Schulter, Informationen zur Durchführung, Dokumentation und Fehlervermeidung; Fotos: © lopata/axentis.de, © Prof. Dr. med. Peter Angele, © Priv.-doz. Dr. med. Ralf Müller-Rath, © Dr. med. Kai Ruße. KBV, Kassenärztliche Bundesvereinigung, Praxiswissen Spezial. 19, 38 (2016).
150. Naimark, M. et al.: Impact of smoking on patient outcomes after arthroscopic rotator cuff repair. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 4, 1, 1–4 (2018).
151. Nebelung, Mueller-Rath: Tendinitis calcarea. © Deutscher Ärzte-Verlag. 2, 2, 70–74 (2013).
152. Neer, C.S.I.: Anterior Acromioplasty for the Chronic Impingement Syndrome in the Shoulder. *JBJS.* 87, 6, 1399 (2005).
153. Neto, A.A.F. et al.: Arthroscopic treatment of calcifying tendinitis of the rotator cuff. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition).* 45, 5, 432–436 (2010).
154. Neumann, J.A. et al.: Interposition Dermal Matrix Xenografts: A Successful Alternative to Traditional Treatment of Massive Rotator Cuff Tears. *Am J Sports Med.* 45, 6, 1261–1268 (2017).
155. Niethard, F.U. et al.: Orthopädie und Unfallchirurgie: 78 Tabellen ; [inklusive Video-CD-ROM]. Thieme, Stuttgart (2009).
156. Noel, E., Brantus, J.: Les tendinopathies calcifiantes de la coiffe des rotateurs – traitement médical. *Compte-Rendu des Journées Lyonnaises de l'épaule*, Lyon, Franc, 199–213 (1993).
157. Noyes, F.R., Stabler, C.L.: A system for grading articular cartilage lesions at arthroscopy. *Am J Sports Med.* 17, 4, 505–513 (1989).
158. Ogon, P. et al.: Tendinosis calcarea der Schulter. *Obere Extremität.* 5, 2, 115–124 (2010).
159. Oliva, F. et al.: Physiopathology of intratendinous calcific deposition. *BMC Med.* 10, 95, 1–10 (2012).



160. Orlandi, D. et al.: Rotator Cuff Calcific Tendinopathy: Randomized Comparison of US-guided Percutaneous Treatments by Using One or Two Needles. *Radiology*. 285, 2, 518–527 (2017).
161. Oudelaar, B.W. et al.: Smoking and morphology of calcific deposits affect the outcome of needle aspiration of calcific deposits (NACD) for calcific tendinitis of the rotator cuff. *European Journal of Radiology*. 84, 11, 2255–2260 (2015).
162. Ozkoç, G. et al.: [Arthroscopic treatment of rotator cuff calcifying tendinitis]. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 36, 5, 413–416 (2002).
163. Padua, R. et al.: Extracorporeal shock wave therapy for chronic calcifying tendinitis of the shoulder. *J Orthopaed Traumatol*. 2, 147–150 (2002).
164. Pakos, E. et al.: Calcific deposit needling in combination with extracorporeal shock wave therapy (ESWT): A proposed treatment for supraspinatus calcified tendinopathy. *SICOT J*. 4, 45, 1–5 (2018).
165. Park, J.H. et al.: Effect of Smoking on Healing Failure After Rotator Cuff Repair. *Am J Sports Med*. 46, 12, 2960–2968 (2018).
166. Park, J.S. et al.: Prognostic Factors Affecting Rotator Cuff Healing After Arthroscopic Repair in Small to Medium-sized Tears. *Am J Sports Med*. 43, 10, 2386–2392 (2015).
167. Pasquotti, G. et al.: US-guided percutaneous treatment and physical therapy in rotator cuff calcific tendinopathy of the shoulder: outcome at 3 and 12 months. *Eur Radiol*. 26, 8, 2819–2827 (2016).
168. Pauly, S. et al.: The effect of autologous platelet rich plasma on tenocytes of the human rotator cuff. *BMC Musculoskelet Disord*. 19, 422, 1–9 (2018).
169. Pedersen, H., Key, J.: Pathology of calcareous tendinitis and subdeltoid bursitis. *Arch Surg*. 62, 50–63 (1951).
170. Plenk, H.: Calcifying tendonitis of the shoulder: a critical study of the value of x-ray therapy. *Radiology*, 59, 384–389 (1952).
171. Porcellini, G. et al.: Arthroscopic treatment of calcifying tendinitis of the shoulder: clinical and ultrasonographic follow-up findings at two to five years. *J Shoulder Elbow Surg*. 13 (5), 503–508 (2004).

172. Prabhat, A. et al.: Growth factor delivery strategies for rotator cuff repair and regeneration. *International Journal of Pharmaceutics*. 544, 2, 358–371 (2018).
173. Proctor, C.S.: Long-term successful arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears with a functional and degradable reinforcement device. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 23, 10, 1508–1513 (2014).
174. Ranalletta, M. et al.: Arthroscopic Removal and Rotator Cuff Repair Without Acromioplasty for the Treatment of Symptomatic Calcifying Tendinitis of the Supraspinatus Tendon. *Orthop J Sports Med*. 3, 4, 1-5 (2015).
175. Ranalletta, M. et al.: Return to Sports After Arthroscopic Treatment of Rotator Cuff Calcifications in Athletes. *Orthop J Sports Med*. 4, 10, 1-6 (2016).
176. Randelli et al.: Arthroscopy: Basic to Advanced. Calcifying Tendinosis of the Rotator Cuff. 551–562 (2016).
177. Rebuzzi, E. et al.: Arthroscopy surgery versus shock wave therapy for chronic calcifying tendinitis of the shoulder. *J Orthop Traumatol*. 9, 4, 179–185 (2008).
178. Rees, J. et al.: Rehabilitation of Tendon Problems in Patients with Diabetes Mellitus. *Adv. Exp. Med. Biol*. 920, 199–208 (2016).
179. Resch, H., Beck, E.: *Arthroskopie der Schulter: Diagnostik und Therapie*. Springer-Verlag (2013).
180. Richards, R.R. et al.: A standardized method for the assessment of shoulder function. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 3, 6, 347–352 (1994).
181. Rochwerger et al.: Surgical management of calcific tendinitis of the shoulder. *Clin Rheumatol*. 18, 313–316 (1999).
182. Rompe, J.D. et al.: Shoulder function after extracorporeal shock wave therapy for calcific tendinitis. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 7, 5, 505–509 (1998).
183. Rubenthaler, F.: Prospective Randomized Surgical Treatments for Calcifying Tendinopathy. *Clin Orthop Relat Res*. 410, 278–284 (2003).
184. Rupp, S. et al.: Tendinosis calcarea der Rotatorenmanschette. *Arthroskopie*. 16, 3, 185–201 (2003).

185. Sabeti, M. et al.: The intraoperative use of ultrasound facilitates significantly the arthroscopic debridement of calcific rotator cuff tendinitis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 134, 5, 651–656 (2014).
186. Schneider, A. et al.: Platelet-rich plasma and the shoulder: clinical indications and outcomes. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 11, 4, 593–597 (2018).
187. Schünke, M.: *Prometheus - Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem.* Thieme Verlag (2007).
188. Sconfienza, L.M. et al.: Double-needle ultrasound-guided percutaneous treatment of rotator cuff calcific tendinitis: tips & tricks. *Skeletal Radiol.* 42, 1, 19–24 (2013).
189. Seil, R. et al.: Arthroscopic treatment of chronically painful calcifying tendinitis of the supraspinatus tendon. *Arthroscopy.* 22, 521–527 (2006).
190. Seil, R. et al.: [Extracorporeal shockwave therapy in tendinosis calcarea of the rotator cuff: comparison of different treatment protocols]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 137, 4, 310–315 (1999).
191. Seker, V. et al.: Evaluating the Outcomes of Rotator Cuff Repairs With Polytetrafluoroethylene Patches for Massive and Irreparable Rotator Cuff Tears With a Minimum 2-Year Follow-up. *Am J Sports Med.* 46, 13, 3155–3164 (2018).
192. Seyahi, A., Demirhan, M.: Arthroscopic removal of intraosseous and intratendinous deposits in calcifying tendinitis of the rotator cuff. *Arthroscopy.* 25, 6, 590–596 (2009).
193. Shimokobe, H. et al.: Risk factors for retear of large/massive rotator cuff tears after arthroscopic surgery: an analysis of tearing patterns. *J Orthop Surg Res.* 12, 140, 1–9 (2017).
194. Siebold, R. et al.: Arthroskopische Kalkexstirpation bei Tendinosis calcarea: Welchen Vorteil hat eine zusätzliche intraoperative Bildwandlerkontrolle? *Arthroscopie.* 16, 3, 209–214 (2003).
195. Snyder, S.: Evaluation and treatment of the rotator cuff. *orthop. Clin. North Am.* 24, 173–192 (1993).

196. Snyder, S.J. et al.: SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy*. 6, 4, 274–279 (1990).
197. Specht, J. et al.: *Technische Orthopädie*. Springer Medizin Verlag, 70-71 (2008).
198. Strauss, J.M. et al.: Operative treatment of calcifying tendinitis with endoscopic subacromial decompression (ESD). *J Shoulder Elbow Surg*. 5, 2, 66 (1996).
199. Sugaya, H. et al.: Functional and structural outcome after arthroscopic full-thickness rotator cuff repair: single-row versus dual-row fixation. *Arthroscopy*. 21, 11, 1307–1316 (2005).
200. Tavakkolizadeh, A., Ghassemi, A.: Gender-specific Constant score correction for age. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 17, 5, 529–33 (2009).
201. Tillander, B.M., Norlin, R.O.: Change of calcifications after arthroscopic subacromial decompression. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 7, 3, 213–217 (1998).
202. Uhthoff, H., Loehr, J.: Calcifying tendinitis. *The Shoulder*. 989–1008 (1998).
203. Umamahesvaran, B. et al.: Calcifying Tendinitis of Shoulder: A Concise Review. *Journal of Orthopaedics*. 15, 3, 776–782 (2018).
204. Vavken, P. et al.: Focused Extracorporeal Shock Wave Therapy in Calcifying Tendinitis of the Shoulder: A Meta-Analysis. *Sports Health*. 1, 2, 137–144 (2009).
205. Verhaegen, F. et al.: Rotator cuff healing after needling of a calcific deposit using platelet-rich plasma augmentation: a randomized, prospective clinical trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 25, 2, 169–173 (2016).
206. Verstraeten: Surgery for calcifying tendinitis of the shoulder: A systematic review. *World J Orthop*. 8, 5, 424–430 (2017).
207. Verstraeten, F.U. et al.: High-energy versus low-energy extracorporeal shock wave therapy for calcifying tendinitis of the shoulder: which is superior? A meta-analysis. *Clin. Orthop. Relat. Res*. 472, 9, 2816–2825 (2014).
208. Virk, M.S., Cole, B.J.: Proximal Biceps Tendon and Rotator Cuff Tears. *Clin Sports Med*. 35, 1, 153–161 (2016).
209. Voigt, C. et al.: Arthroscopic Supraspinatus Tendon Repair with Suture-Bridging Technique: Functional Outcome and Magnetic Resonance Imaging. *The American Journal of Sports Medicine*. 38, 5, 983–991 (2010).

210. Wagner, E.R. et al.: Increasing Body Mass Index Is Associated with Worse Outcomes After Shoulder Arthroplasty. *JBJS*. 99, 11, 929–937 (2017).
211. Walton, M.J. et al.: A comparison of methods for shoulder strength assessment and analysis of Constant score change in patients aged over fifty years in the United Kingdom. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 16, 3, 285–289 (2007).
212. Wang, C.-J. et al.: Shock Wave Therapy for Calcific Tendinitis of the Shoulder: A Prospective Clinical Study with Two-Year Follow-up. *Am J Sports Med*. 31, 3, 425–430 (2003).
213. Weigel, N.: *Praxisbuch Unfallchirurgie*. Springer (2011).
214. Welfling, J.: Die Entfächerung der sog. Periarthritis der Schulter. *Orthopäde*, 10, 187–190 (1981).
215. Wendelboe, A.M. et al.: Associations Between Body-Mass Index and Surgery for Rotator Cuff Tendinitis. *JBJS*. 86, 4, 743–747 (2004).
216. de Witte, P.B. et al.: Rotator Cuff Calcific Tendinitis: Ultrasound-Guided Needling and Lavage Versus Subacromial Corticosteroids: Five-Year Outcomes of a Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med*. 45, 14, 3305–3314 (2017).
217. Wolfgang, G.L.: Surgical repair of tears of the rotator cuff of the shoulder. Factors influencing the result. *J Bone Joint Surg Am*. 56, 1, 14–26 (1974).
218. Wölk, T., Wittenberg, R.: Kalzifizierendes Subakromialyndrom - Klinische und sonographische Ergebnisse unter nicht-operativer Therapie. *Orthop*. 135, 451–457 (1997).
219. Wu, Y.-C. et al.: Comparative Effectiveness of Nonoperative Treatments for Chronic Calcific Tendinitis of the Shoulder: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Arch Phys Med Rehabil*. 98, 8, 1678-1692.e6 (2017).
220. Yamaguchi, H. et al.: Will Preoperative Atrophy and Fatty Degeneration of the Shoulder Muscles Improve after Rotator Cuff Repair in Patients with Massive Rotator Cuff Tears? *Adv Orthop*. 2012, Article ID 195876, 1–7 (2012).

- 221. Yokoya, S. et al.: Rotator cuff regeneration using a bioabsorbable material with bone marrow-derived mesenchymal stem cells in a rabbit model. *Am J Sports Med.* 40, 6, 1259–1268 (2012).
- 222. Yoo, J.C. et al.: Arthroscopic treatment of chronic calcific tendinitis with complete removal and rotator cuff tendon repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 18, 12, 1694–1699 (2010).
- 223. Universität Bern, [www.radiosurf.ch](http://www.radiosurf.ch) (2016).
- 224. „Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2018“ erschienen, <https://www.diabetesde.org/pressemitteilung/deutscher-gesundheitsbericht-diabetes-2018-erschienen>.
- 225. Universitätsklinikum des Saarlandes - Skripte Hauptvorlesung, [http://www.uniklinikum-saarland.de/einrichtungen/kliniken\\_institute/orthopaedie/lehre/skripte\\_hauptvorlesung/](http://www.uniklinikum-saarland.de/einrichtungen/kliniken_institute/orthopaedie/lehre/skripte_hauptvorlesung/).

## 7 Publikationen und Danksagung

### 7.1 Publikationen

#### 7.1.1 Eingereichte Abstracts

2019: Deutsche Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE)

2019: Gesellschaft für Arthroskopie und Gelenkchirurgie (AGA)

2019: Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU)

2019: European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy (ESSKA)  
Speciality Days

#### 7.1.2 Geplante Kongresse

2019: St. Gallen, 16.05.-18.05.2019

Deutsche Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE)

2019: Mannheim, 12.09.-14.09.2019

Gesellschaft für Arthroskopie und Gelenkchirurgie (AGA)

2019: Berlin, 22.10-25.10.2019

Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU)

2019: Madrid, 08.11-09.11.2019

European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy (ESSKA)  
Speciality Days

#### 7.1.3 Geplante Veröffentlichungen

2019: Journal Publikationen, in Bearbeitung

- American Journal of Sports Medicine (AJSM)
- Arthroscopy
- Journal of Shoulder and Elbow Surgery (JSES)

## 7.2 Danksagung

Meinem Doktorvater und Betreuer, Herrn PD. Dr. med. Olaf Lorbach, danke ich an erster Stelle für die freundliche Überlassung des Themas und die konstruktive und hilfsbereite Unterstützung bei meiner Dissertation.

Herrn Prof. Dr. med. Dieter Kohn sowie seinem Nachfolger Herrn Prof. Dr. Stefan Landgraeber möchte ich für die Möglichkeit danken, diese Arbeit in der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie am Universitätsklinikum des Saarlandes durchführen zu dürfen. Auch die Unterstützung in vielfältigster Art und Weise der Mitarbeiter der Orthopädie des Universitätsklinikums Homburg haben zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Erwähnen möchte ich darüber hinaus das Institut für diagnostische und interventionelle Radiologie am Universitätsklinikum unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. med. Arno Bücken, die Ansprechpartner und Koordinatoren sowie das Institut für medizinische Biometrie, Epidemiologie und medizinische Informatik für die Beratungstätigkeit bei statistischen Fragen.

Alle Patientinnen und Patienten, die sich bereiterklärt haben an der Nachuntersuchung teilzunehmen möchte ich dankend hervorheben. Ohne diesen Einsatz wäre eine solche Arbeit nicht möglich gewesen.

Ein großer Dank gilt zuletzt meiner lieben Familie und meinen Freunden, die mich jederzeit unterstützt haben und mir hilfreich zur Seite standen.



## 8 Lebenslauf

„entfällt aus Datenschutzgründen“

## 9 Anhang

### 9.1 Patienteninformation

#### Patienteninformation



Studientitel:

„Gegenüberstellung der klinischen und strukturellen Ergebnisse nach arthroskopischer Kalkdepot-entfernung bei Tendinosis calcarea. Welchen Einfluss hat die additive Rotatorenmanschettennaht im Vergleich zum reinen Débridement?“

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

im Zeitraum von Anfang 2007 bis Ende 2015 wurden Sie in der Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie, Universitätsklinikum des Saarlandes an Ihrer Schulter arthroskopisch operiert. Bei Ihnen lag unter anderem eine Tendinosis calcarea (Kalkschulter) vor, die operativ behandelt wurde. Nach minimal invasiver Entfernung des Kalkdepots aus dem Sehngewebe entsteht je nach Größe und Konsistenz des Kalkes ein Sehenschaden. In der Folge ist dann ein Débridement (Glättung) - oder eine additive Naht der betroffenen Sehne indiziert.

Anhand gezielter Nachuntersuchungen von Patientinnen und Patienten mit Tendinosis calcarea, die zuvor arthroskopisch operiert wurden (Débridement im Vergleich zur Rotatorenmanschettennaht), soll nun die Auswirkung der additiven Naht und der daraus resultierende mögliche positive Effekt auf die Sehnenheilung festgestellt und beurteilt werden.

Dadurch wollen wir in Zukunft weiter verbesserte und individualisierte Behandlungskonzepte aufstellen.

Wir sehen Sie als geeigneten Studienteilnehmer und laden Sie zu einer Nachuntersuchung ans Universitätsklinikum des Saarlandes nach Homburg ein. Selbstverständlich ist diese Untersuchung für sie kostenlos.

Im Rahmen dieser Studie, werden wir Sie in der Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie des Universitätsklinikums mit Hilfe von Fragebögen bezüglich möglicher aktueller Schulterbeschwerden und Ihrer Schulterfunktion befragen und Ihre Schulter klinisch untersuchen. Sollten bei Ihnen Beschwerden vorliegen, die einer röntgenologischen Diagnostik bedürfen, fertigen wir Röntgenbilder Ihrer Schulter am Universitätsklinikum an, um Ihnen, zusammen mit den anderen Befunden, weitere Therapieoptionen aufzeigen zu können. Für die Nachuntersuchung ist ebenfalls ein postoperatives MRT notwendig. Sollte bereits ein aktueller MRT-Befund vorliegen, werten wir diesen aus. Ansonsten können Sie entweder heimatnah bei einem niedergelassenen Radiologen eine MRT-Diagnostik durchführen oder wir bieten Ihnen hier am UKS ein MRT der Schulter an. Die vorliegenden MRT - Befunde werten wir zusammen mit den erhobenen Daten bei der klinischen Untersuchung am Universitätsklinikum im Rahmen der Studie aus.

Der zeitliche Umfang bei einer Teilnahme umfasst dabei mindestens 30 Minuten bis maximal 4 Stunden. Die Aufenthaltsdauer ist abhängig von den durchzuführenden Untersuchungen. Die reine klinische Untersuchung und Befragung beläuft sich auf rund 30 Minuten. Sollte eine Röntgendiagnostik bei Schmerzsymptomatik indiziert sein, wären zusätzlich circa 30 Minuten

einzukalkulieren. Bei Anfertigung eines Schulter MRTs würde sich die Aufenthaltsdauer um 2-3 Stunden verlängern.

Nach den abgeschlossenen Untersuchungen und allgemeiner Datenauswertung halten wir mit Ihnen Rücksprache und informieren Sie über die ausgewerteten Befunde.

Zusammenfassend erhalten Sie somit, neben dem wissenschaftlichen Fortschritt den Sie durch Ihre Teilnahme ermöglichen, eine hochwertige Nachuntersuchung Ihrer Schulter.

Wir weisen darauf hin, dass für jeden Studienteilnehmer eine Wegeunfallversicherung abgeschlossen wurde.

Die aus den genannten Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse werden ohne Namensnennung in pseudonymisierter Form dokumentiert und ausgewertet. Das bedeutet, dass die Identifizierung Ihrer Person und Ihrer Daten durch Dritte nicht möglich bzw. wesentlich erschwert ist (siehe auch die unten stehende Informationsbox „Datenschutz“).

Sie besitzen jederzeit das Recht ohne Angabe von Gründen die Einwilligung in diese Studie zu widerrufen und die Teilnahme zu beenden. Im Falle eines Widerrufs Ihrer Einwilligung haben Sie das Recht zu verlangen, dass die bis dahin erhobenen Daten gelöscht werden, es sei denn Sie erlauben eine anonymisierte Weiterverwertung.

#### **Informationsbox „Datenschutz“**

Über Ihre Teilnahme an dieser Studie wird eine Akte angelegt. In diese werden alle Ergebnisse der oben beschriebenen Untersuchungen aufgenommen. Dies erfolgt stets so, dass der Patientennamen durch einen Codenamen (Pseudonym) ersetzt wird. Man spricht dann von „pseudonymisierten Daten“.

Damit wird sichergestellt, dass niemand an den die Daten weitergegeben werden erkennen kann, von welcher Person sie stammen. Eventuell werden Ihre pseudonymisierten Daten von Fachleuten der Behörde, die die Studie überwacht, gelesen. Schließlich ist es auch möglich, dass Fachleute aus wissenschaftlichen Instituten die Daten für weitere wissenschaftliche Auswertungen lange nach der Erstauswertung ansehen. Für die Aufbewahrung der Daten gelten strenge Datenschutzbestimmungen.

Alle an der Studie beteiligten Personen sowie die Behörden unterliegen - wie das medizinische Personal ohnehin - der Schweigepflicht. Der Schutz der Daten bleibt somit gewahrt.

Gezeichnet

Herr PD. Dr. med. Olaf Lorbach Prüfarzt	Frau Catharina Berger Doktorandin
--	--------------------------------------



„Gegenüberstellung der klinischen und strukturellen Ergebnisse nach arthroskopischer Kalkdepot-entfernung bei Tendinosis calcarea. Welchen Einfluss hat die additive Rotatorenmanschettennaht im Vergleich zum reinen Débridement?“

## 9.2 Einwilligungserklärung

### Einwilligungserklärung



Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der klinischen Studie:

„Gegenüberstellung der klinischen und strukturellen Ergebnisse nach arthroskopischer Kalkdepotentfernung bei Tendinosis calcarea. Welchen Einfluss hat die additive Rotatorenmanschettennaht im Vergleich zum reinen Débridement?“

Hiermit erkläre ich mich einverstanden an der Untersuchungsstudie nach arthroskopischem Débridement bzw. nach additiver Rotatorenmanschettennaht teilzunehmen. Ich wurde auf mögliche Risiken und Komplikationen bei der Studienteilnahme hingewiesen, wurde über die Widerruflichkeit der Teilnahme informiert, habe alle besprochenen Aspekte verstanden, keine weiteren Fragen mehr und willige hiermit in die freiwillige Teilnahme an der Studie ein.

#### **Informationsbox „Datenschutz“**

Über Ihre Teilnahme an dieser Studie wird eine Akte angelegt. In diese werden alle Ergebnisse der oben beschriebenen Untersuchungen aufgenommen. Dies erfolgt stets so, dass der Patientennamen durch einen Codenamen (Pseudonym) ersetzt wird. Man spricht dann von „pseudonymisierten Daten“.

Damit wird sichergestellt, dass niemand an den die Daten weitergegeben werden erkennen kann, von welcher Person sie stammen. Eventuell werden Ihre pseudonymisierten Daten von Fachleuten der Behörde, die die Studie überwacht, gelesen. Schließlich ist es auch möglich, dass Fachleute aus wissenschaftlichen Instituten die Daten für weitere wissenschaftliche Auswertungen lange nach der Erstauswertung ansehen. Für die Aufbewahrung der Daten gelten strenge Datenschutzbestimmungen.

Alle an der Studie beteiligten Personen sowie die Behörden unterliegen - wie das medizinische Personal ohnehin - der Schweigepflicht. Der Schutz der Daten bleibt somit gewahrt.

Homburg, den \_\_\_\_\_

(Datum)

\_\_\_\_\_

(Unterschrift)

## 9.3 Wege- Unfallversicherung



per E-Mail an: CatharinaBe@web.de

Ecclesia Mildenberger Hospital GmbH - Klängenbergr. 4 - 32758 Detmold  
Universitätsklinikum  
des Saarlandes  
Schulterchirurgie, Sportorthopädie und  
arthroskopische Chirurgie  
PD Dr. med. Lorbach | Frau Catharina Berger  
Klängenbergr. Str. 100  
66421 Homburg

Kirsten Mejna  
EMH  
Telefon: 05231 603-8181  
Telefax: 05231 603-808191  
E-Mail: kirsten.mejna@em-hospital.de

Es schreibt Ihnen:  
Martin Wand

Detmold, 03.06.2016

Angebot für eine Wege-Unfallversicherung, HOM-W28  
Unsere Akte: 2330 99 1201  
Ihr Telefonat mit Herrn Reker vom 02.06.2016

Studientitel: Pathologien der Rotatorenmanschette

Sehr geehrter Herr Dr. Lorbach, sehr geehrte Frau Berger,

Sie erhalten ein Angebot zu einer Wege-Unfallversicherung für die Teilnehmer an der o.g. klinischen Prüfung.

### Vertragsgrundlage:

Allgemeinen Unfallversicherungs-Bedingungen (SVAUB 2014).

Der Versicherungsschutz umfasst Unfälle in der ganzen Welt.

Ein Unfall liegt vor, wenn die versicherte Person durch ein plötzlich von außen auf ihren Körper wirkendes Ereignis (Unfallereignis) unfreiwillig eine Gesundheitsschädigung erleidet.

Kein Versicherungsschutz besteht für folgende Unfälle:

- durch Geistes- oder Bewusstseinsstörungen, auch soweit diese auf Trunkenheit beruhen,
- durch Schlaganfälle, sowie
- durch epileptische Anfälle oder andere Krampfanfälle, die den ganzen Körper der versicherten Person ergreifen.

Versicherungsschutz besteht jedoch, wenn diese Störungen oder Anfälle durch ein unter diesen Vertrag fallendes Unfallereignis verursacht waren.

### Berechnungsgrundlage:

120 Teilnehmer die für Forschungszwecke einmal zum jeweiligen Studienort kommen

ECCLESIA mildenberger HOSPITAL GmbH  
Geschäftsführer:  
Franz-Michael Patry, Peter Georg Zender, Manfred Klocke  
Amtsgericht Lomgo, HRB 6123  
Hauptschrift: Klängenbergr. 4, 32758 Detmold

Ein Unternehmen der



Commerzbank  
BLZ 480 600 20, Kto.-Nr. 0 282 345 700  
IBAN DE06 4806 0020 0282 3457 00, BIC DRESDEFF480  
USt-IdNr. DE124001326  
Versicherungsvermittlungs-Nr. D-TGZ-01LZM-41

Unsere Akte: 2330 99 1201  
03.06.2016

- 2 -

**Grunderkrankung der Teilnehmer:**

Tendinosis calcarea

**Versicherungssummen:**

100.000,00 EUR für Invalidität  
50.000,00 EUR für Tod  
5.000,00 EUR für kosmetische Operationen  
10.000,00 EUR für Bergungskosten

**I. Deckungsumfang: Wege-Unfall-Versicherung ohne Klinikaufenthalt**

Versichert sind Unfälle, die sich auf dem direkten Weg vom jeweiligen Wohnort zum Untersuchungsort oder auf dem Rückweg ereignen. Der Versicherungsschutz entfällt, wenn die normale Dauer des Weges verlängert bzw. der Weg selbst durch rein private Maßnahmen unterbrochen wird.

Prämie bei 120 Teilnehmern	60,00 €
Vertragliche Mindestprämie	40,00 €

Zuzüglich der Versicherungssteuer von 19 % ergibt sich eine **Einmalprämie** in Höhe von **71,40 €**.

Bitte informieren Sie uns, ob Sie an diesem Angebot interessiert sind. Der Versicherungsschutz kann formlos bei uns beantragt werden.

Vielen Dank.

Mit freundlichen Grüßen

Anlagen

ECCLESIA mildenberger HOSPITAL GmbH







per E-Mail an: CatharinaBe@web.de

Ecclesia Mildenberger Hospital GmbH · Klingenbergstr. 4 · 32758 Detmold

Universität des Saarlandes  
Schulterchirurgie, Sportorthopädie und  
arthroskopische Chirurgie  
Frau Catharina Berger  
Kirnberger Str. 100  
66421 Homburg

Fabian Reker  
EMH  
Telefon: 05231 603-6426  
Telefax: 05231 603-606426  
E-Mail: fabian.reker@em-hospital.de

Es schreibt Ihnen:  
Alina Weber

Detmold, 12.10.2017

Wege-Unfall-Versicherung Nr. 50 062 610/337  
Versicherer: SV SparkassenVersicherung AG  
[Verlängerung des Versicherungsschutzes | hier: Wege-Unfall-Versicherung](#)  
Unsere Akte: 2330 99 1201 / 1955

Studie: „Pathologien der Rotatorenmanschette“

Sehr geehrte Frau Berger,

im Auftrag des Versicherers bestätigen wir Ihnen die Verlängerung des Versicherungsschutzes bis zum 31.12.2018.

Bitte informieren Sie uns frühzeitig, falls eine weitere Verlängerung gewünscht wird.

Sie erhalten den Nachtrag zum Versicherungsschein nach Prüfung durch uns.

Bei Fragen sprechen Sie uns gerne an. Vielen Dank.

Mit freundlichen Grüßen

ECCLESIA mildenberger HOSPITAL GmbH

i. A.  i. A. 

ECCLESIA mildenberger HOSPITAL GmbH  
Geschäftsführer:  
Franz-Michael Potry, Carsten Stracke  
Amtsgericht Lemgo, HRB 6123  
Hauptschrift: Klingenbergstraße 4, 32758 Detmold

Ein Unternehmen der



Commerzbank  
IBAN DE06 4806 0020 0282 3457 00  
BIC DRESDE33HAN  
USt-IdNr. DE124001328  
Versicherungsvermittlungs-Nr. D-Teil-Z-011ZM-41

## 9.4 Positives Ethikvotum

Ärztchamber des Saarlandes · Postfach 10 02 62 · 66002 Saarbrücken  
Ethik-Kommission

Herrn Privatdozent  
Dr. med. Olaf Lorbach  
Klinik für Orthopädie und  
Orthopädische Chirurgie  
Universitätsklinikum des Saarlandes  
66421 Homburg

Ärztchamber  
des Saarlandes  
  
Körperschaft  
des öffentlichen Rechts



Ethik-Kommission  
Geschäftsstelle

Faktoreistraße 4  
66111 Saarbrücken  
Telefon Durchwahl (06 81) 40 03 – 216, -218  
Telefax (06 81) 40 03 - 394  
E-Mail: [ethikkommission@aeksaar.de](mailto:ethikkommission@aeksaar.de)  
Internet: [www.aerztekammer-saarland.de](http://www.aerztekammer-saarland.de)  
Kernarbeitszeit: Mo. bis Do. 9.00 bis 11.30 Uhr und  
13.30 bis 15.15 Uhr, Fr. 9.00 bis 12.00 Uhr

Unser Zeichen:  
156/16

Ihr Schreiben vom:  
12.02.2017

Ihr Zeichen:

Datum:  
01. März 2017

**Vergleich der klinischen und strukturellen Ergebnisse nach arthroskopischer Kalkdepotentfernung bei Tendinosis calcarea – Welchen Einfluss hat die additive Rotatorenmanschettennaht?“**

**Unsere Kenn-Nr. 156/16** *(Bitte stets angeben!)*

Sehr geehrter Herr Kollege Lorbach!

Mit Datum vom 10.10.2016 wurde o. g. Forschungsvorhaben von Ihnen zur Votierung bei der Ethik-Kommission der Ärztekammer des Saarlandes eingereicht und in der Sitzung der Kommission am 17. November 2016 diskutiert. Nach Klärung bzw. Einarbeitung der offenen Punkte kommt die Kommission zu folgendem Beschluss:

**Unter Bezugnahme auf § 2 des Statuts der Ethik-Kommission bei der Ärztekammer des Saarlandes bestehen gegen die Durchführung des beabsichtigten Forschungsvorhabens keine Bedenken.**

Wir machen darauf aufmerksam, dass die Ethik-Kommission mit ihrer Stellungnahme lediglich eine Hilfestellung bei der Beurteilung ethischer und rechtlicher Gesichtspunkte eines geplanten Forschungsvorhabens gibt. Verantwortlich für die Planung und Durchführung bleibt der zuständige ärztliche Leiter des Forschungsvorhabens.

Bei Änderungen des Forschungsvorhabens vor oder während der Durchführung bedarf es nochmals eines entsprechenden Antrages vor der Änderung. Bei Änderungen sollten sowohl die Antragsnummer als auch die geänderten Passagen in den betreffenden Unterlagen deutlich gekennzeichnet sein, da andernfalls keine zügige Bearbeitung möglich ist.

-1-

Die Ethik-Kommission bei der Ärztekammer des Saarlandes ist unter Beachtung der internationalen Richtlinien der ICH, GCP u. der 12. Novelle AMG tätig, nach Landesrecht (Saarländisches Heilberufekammergesetz, § 5 Abs. 1) anerkannt und beim Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte gem. § 22 des Medizinproduktegesetzes sowie beim Bundesamt für Strahlenschutz nach § 92 der Strahlenschutzverordnung und nach § 28g der Röntgenverordnung registriert.

Commerzbank Saarbrücken  
Kto.-Nr. 53 89 200  
BLZ 590 400 00

Dt. Apotheker- und Ärztekbank Saarbrücken  
Kto.-Nr. 0 001 926 209  
BLZ 590 906 26

Postbank Saarbrücken  
Kto.-Nr. 95 15 666  
BLZ 590 100 66

Bank 1 Saar Saarbrücken  
Kto.-Nr. 157 5007  
BLZ 591 900 00



-2-

Wir wünschen Ihnen für die vorgesehene Aufgabe viel Erfolg und wären Ihnen zur gegebenen Zeit für die Übersendung eines Abschlussberichtes dankbar.

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. G. Rettig-Stürmer  
Vorsitzender

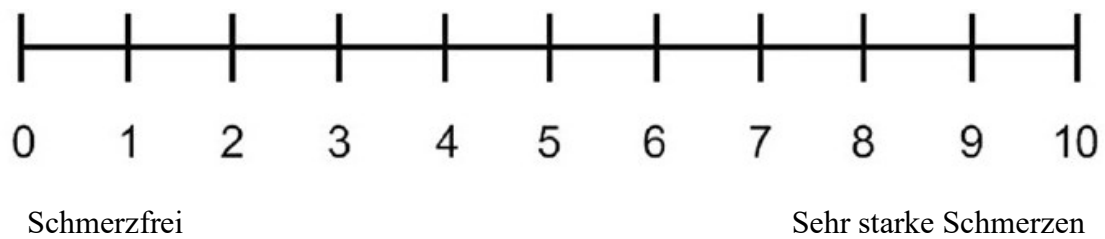
**Mitglieder der Ethik-Kommission**

Vorsitzender:	Prof. Dr. med. G. Rettig-Stürmer	Internist/Kardiologe/Intensivmedizin
Stellv. Vorsitzender:	Prof. Dr. med. W. Hoffmann	Pädiater
Mitglieder:	Prof. Dr. med. U. Grundmann	Anästhesist (abwesend)
	Prof. Dr. med. P. Schmidt	Rechtsmediziner
	Prof. Dr. med. Dr. h. c. mult. W. Schmidt	Gynäkologe u. Geburtshelfer
	Dr. med. U. Kiefaber	Allgemeinarzt/Psychotherapie
	Just.-Rat Prof. Dr. jur. E. Müller	Jurist, zum Richteramt befähigt
	Prof. Dr. rer. nat. U. Feldmann	Med. Biometrie + Informatik, Epidemiologie
	Iris Schneider, MScN	Dipl. Pflegewirtin (FH) am Universitätsklinikum des Saarlandes
	Prof. Dr. med. V. Flockerzi	Pharmakologe
	Prof. Dr. med. G. Fröhlig	Internist/Kardiologe
	Prof. Dr. med. Wolfram Henn	Humangenetiker (abwesend)
	Dr. theol. Sigrun Welke-Holtmann	Theologin (abwesend)
	Dr. med. M. Jakob	Leiter der Geschäftsstelle

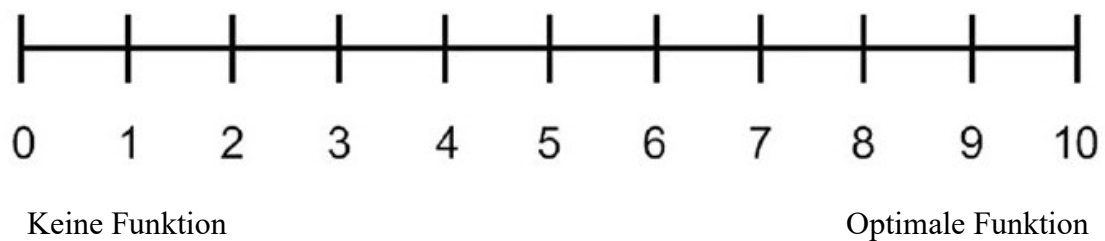
## 9.5 Visuelle Analogskala

### Visuelle Analogskala (präoperativ)

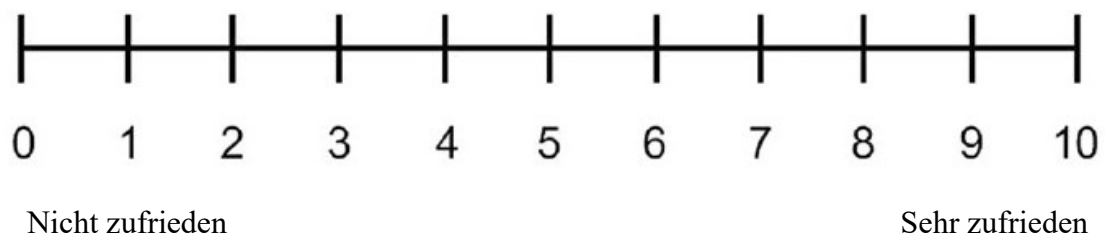
#### Schmerz



#### Funktion

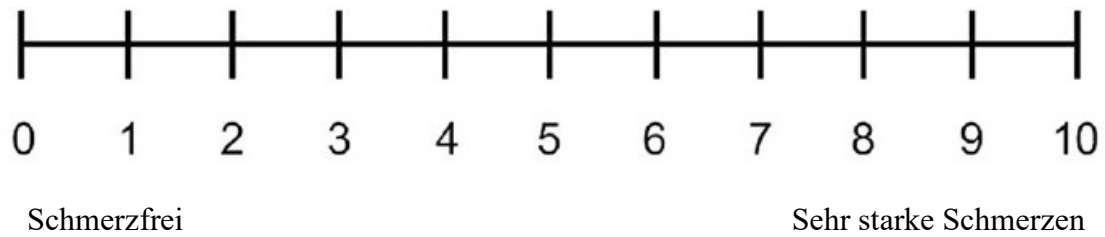


#### Zufriedenheit

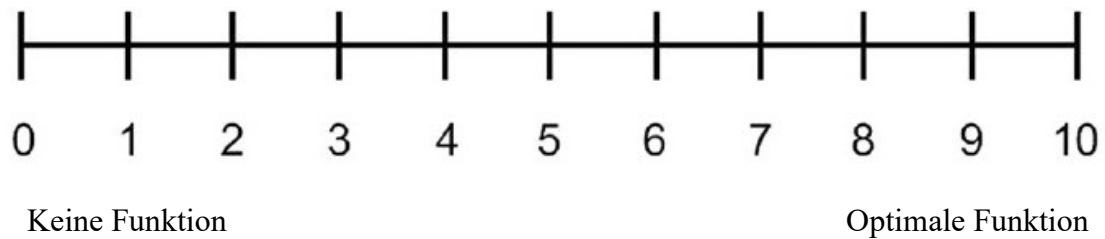


## Visuelle Analogskala (postoperativ)

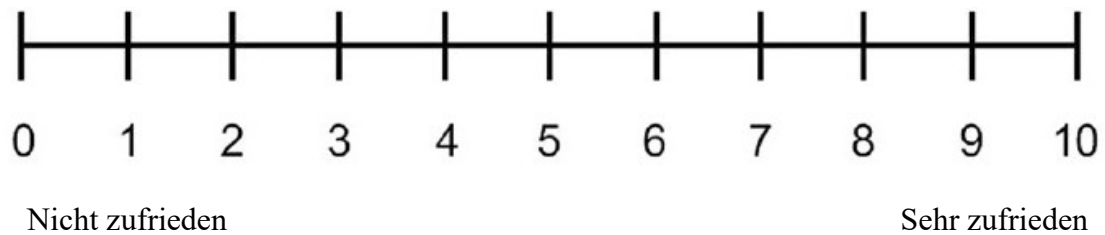
### Schmerz



### Funktion



### Zufriedenheit



## 9.6 Simple Shoulder Test

<b>Simple Shoulder Tests</b>  (Bitte kreuzen Sie die passende Antwort an)	Patientennummer:	Ja	nein
1. Ist der betroffene Arm in Ruhe schmerzfrei?			
2. Können Sie von Seiten der Schulter her problemlos schlafen?			
3. Können Sie mit dem betroffenen Arm Ihr Hemd auf dem Rücken in die Hose stecken?			
4. Können Sie Ihre Hände mit zur Seite gestreckten Ellenbogen auf den Hinterkopf legen?			
5. Können Sie den gestreckten Arm auf Schulterhöhe heben?			
6. Können Sie mit gestrecktem Arm 500g auf Schulterhöhe heben?			
7. Können Sie mit gestrecktem Arm 4kg auf Scheitelhöhe heben?			
8. Können Sie seitlich am Körper mit dem betroffenen Arm 10kg tragen?			
9. Glauben Sie, dass Sie einen Tennisball mit dem betroffenen Arm seitlich vom Körper 10m weit werfen können?			
10. Glauben Sie, dass Sie einen Tennisball mit dem betroffenen Arm seitlich vom Körper 20m weit werfen können?			
11. Können Sie mit dem betroffenen Arm die Rückseite der Gegenschulter waschen?			

## 9.7 ASES Score

<b>ASES Score</b> (Zutreffendes bitte einkreisen)		Patientennummer						
Haben Sie Schmerzen in der Schulter?		Ja	Nein					
Haben Sie nachts Schmerzen in der Schulter?		Ja	Nein					
Nehmen Sie Schmerzmittel ein (Ibuprofen, Aspirin, Paracetamol, etc.)?		Ja	Nein					
Wie viele (Schmerz-)Tabletten nehmen Sie jeden Tag ein (durchschnittlich)?								
Wie stark sind Ihre Schmerzen heute?								
<p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p>Schmerzfrei Sehr starke Schmerzen</p>								
Fühlt sich Ihre Schulter instabil an (als ob sie herausspringen würde)?		Ja	Nein					
Wie instabil fühlt sich Ihre Schulter an?								
<p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> <p>Sehr stabil Sehr instabil</p>								
Kreisen Sie bitte die Nummer ein, die am besten Ihre Fähigkeiten beschreibt, die folgenden Aktivitäten auszuführen:								
0=unfähig, 1=fällt schwer, 2=etwas schwierig, 3=nicht schwierig								
<b>Aktivitäten</b>	<b>Rechter Arm</b>				<b>Linker Arm</b>			
1. Eine Jacke anziehen	0	1	2	3	0	1	2	3
2. Auf der schmerzhaften oder betroffenen Seite schlafen	0	1	2	3	0	1	2	3
3. Den Rücken waschen/den BH am Rücken schließen	0	1	2	3	0	1	2	3
4. Intimhygiene	0	1	2	3	0	1	2	3
5. Haare kämmen	0	1	2	3	0	1	2	3
6. Ein hohes Regal erreichen	0	1	2	3	0	1	2	3
7. 4,5kg über Schulterniveau heben	0	1	2	3	0	1	2	3
8. einen Ball werfen (überhand)	0	1	2	3	0	1	2	3
9. Gewohnte Arbeiten erledigen – welche:	0	1	2	3	0	1	2	3
10. Gewohnten Sport ausüben – welchen:	0	1	2	3	0	1	2	3



## 9.9 Zusätzlicher Schulterbogen



<b>Patientennummer:</b>				
<b>Anamnese</b>				
operierte Schulter:		Dominanter Arm:		
<b>Beschwerden</b>	Beginn:	<input type="checkbox"/> Chronisch: re/li <input type="checkbox"/> Nachtschmerz		
<b>Therapie vor OP</b>		<input type="checkbox"/> Krankengymnastik <input type="checkbox"/> Injektionen, Anzahl: <input type="checkbox"/> Voroperationen		
<b>Klinische Untersuchung:</b> Inspektion: <input type="checkbox"/> o.B. <input type="checkbox"/> sonstiges:		<input type="checkbox"/> Atrophie SSP <input type="checkbox"/> Atrophie ISP <input type="checkbox"/> Atrophie Deltoid <input type="checkbox"/> Atrophie Trapezius		
<b>Palpation, Druckschmerz:</b> <input type="checkbox"/> sonstige:		<input type="checkbox"/> Tub. majus <input type="checkbox"/> AC-Gelenk <input type="checkbox"/> Coracoid	<input type="checkbox"/> Tub. minus <input type="checkbox"/> SC-Gelenk <input type="checkbox"/> Sulcus	
<b>Neutral-Null-Methode:</b>		RECHTS	LINKS	
		Ab-/Adduktion: ____ / ____	Ab-/Adduktion: ____ / ____	
		Extension/Flexion: ____ / ____	Extension/Flexion: ____ / ____	
		Innen-/Außenrotation: ____ / ____	Innen-/Außenrotation: ____ / ____	
<b>Funktionelle Tests:</b> (operierte Schulter)				
<b>Rotatorenmanschette</b>	Jobe-Test	+ - (M )	Napoleon Test	+ - (M )
	Lift-Off-Test	+ - (M )	Lag-Test	+ - (M )
	O° Starter-Test	+ - (M )	Patte-Test	+ - (M )
<b>Bizepssehne</b>	O`-Brien-Test	+ - (M )	Speed-Test	+ - (M )
<b>Impingement</b>	nach Neer	+ -	Painful arc + -	<input type="checkbox"/> subacromial
	nach Hawkins & Kennedy	+ -		<input type="checkbox"/> horizontal
				<input type="checkbox"/> endgradig
<b>Sonstiges</b>				
Raucher:				
BMI:	Gewicht:	Größe:		
Diabetes:				

## **Erklärung gemäß § 7 Abs. 1 Nr. 4**

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Bei der Auswahl und Auswertung folgenden Materials haben mir die nachstehend aufgeführten Personen in der jeweils beschriebenen Weise

unentgeltlich:

- Die Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie und Mitarbeiter
- Das Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik, Universitätsklinikum des Saarlandes und Mitarbeiter

entgeltlich geholfen:

- Die Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum des Saarlandes: Durchführung der Magnetresonanztomographie

Weitere Personen waren an der inhaltlich-materiellen Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater/innen oder anderer Personen) in Anspruch genommen. Außer den Angegebenen hat niemand von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form in einem anderen Verfahren zur Erlangung des Doktorgrades einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ich versichere an Eides statt, dass ich nach bestem Wissen die Wahrheit gesagt und nichts verschwiegen habe.

Die Bedeutung der eidesstattlichen Erklärung und die strafrechtlichen Folgen einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Erklärung sind mir bekannt.



Ort, Datum

Unterschrift der/des Promovierenden

Unterschrift der die Versicherung an Eides statt aufnehmenden Beamtin bzw. des aufnehmenden Beamten